



# విజ్ఞాన దీపిక

II

సంపాదక వర్గము :

1. శ్రీ యన్. నరోత్తమరెడ్డి (అధ్యక్షులు)
2. డా॥ వి. యల్. యన్. భీమశంకరం
3. డా॥ కే. వేంకటరామయ్య
4. శ్రీ నే. శ్రీ కృష్ణమూర్తి (కంపైలర్)



ఆంధ్రప్రదేశ్ సాహిత్య అకాడమి  
కళాభవన్ - సైఫాబాదు,  
హైదరాబాదు.4



సర్వ స్వామ్య సంకలితము  
ప్రతులు 1000  
జనవరి 1984

© ఆంధ్రప్రదేశ్ సాహిత్య అకాడమి

వెం. రూ. 60.00

Paper supplied by the Government of  
Andhra Pradesh at Concessional Rate.

ముద్రణ :  
శివాజీ ప్రెస్,  
నకింద్రా

## ప రి చ య ము

ఆధునిక విజ్ఞాన అన్వేషణ వాయువేగముతోగాక తేజోవేగంతో సాగుచున్నది. భావి పౌరులగు నేటి విద్యార్థులు, అందును ముఖ్యంగా యువకులు, ఈ పరుగులను అందుకోవలెను. కూపస్థంగా ఉండిపోతే వారు జీవితాలను ఫలప్రదం చేసికొలేరు.

బోధనా సంస్థలలో నేర్చే విద్యకంటే, ఎక్కువగా కృషిసల్పి వారు ఇతరముగా నేర్చుకోవలసి వస్తుంది. ఇది కర్తవ్యం కాబట్టి, ప్రభుత్వం వారు 'డెవ్ ఏమెండ్ ఆఫ్ మోడరన్ లాంగ్వేజెస్' అనే పథకంలో, ఆంధ్రప్రదేశ్ సాహిత్య అకాడమికి, "విజ్ఞాన దీపిక" (Book of Knowledge) అనే సంగ్రహ విజ్ఞాన, సర్వస్వాన్ని, తెలుగులో ఇంటర్మీడియట్, బి. ఏ. చదివే విద్యార్థులకు సుఖపుగా అర్థమయ్యే విధముగా ప్రచురించుమని ఉత్తర్వు లిచ్చినారు. ఈ కార్యక్రమాన్ని మా సాహిత్య అకాడమీ బేబూని, అనేక విద్యా, సుల, నిపుణుల, సాహిత్యవేత్తల, విజ్ఞాన వేత్తల సాయముతో పని ప్రారంభించింది.

### సంపాదక వర్గము

1. యన్. నరోత్తమరెడ్డి (అధ్యక్షులు)
2. డా. ఆర్. వి. రావు
3. డా. ము. రాధాకృష్ణ శర్మ
4. డా. కె. వేంకట రామయ్య
5. డా. వి. యల్. యస్. భీమశంకరం
6. అకాడమీ కార్యదర్శి, కన్వీసరు.
7. శ్రీ. నే. శ్రీ. కష్టమూర్తి (కంప్యూటర్)

అకాడమీ విజ్ఞానదీపికను రెండు సంపుటలుగా ప్రచురింపదలచి, ఒక సంపాదక వర్గాన్ని ఏర్పరచింది. వీరు కలసికొని, ప్రథమ సంపుటములో మానవిక (Humanities) శాస్త్రముల గురించి, రెండవ సంపుటములో విజ్ఞాన (Sciences) శాస్త్రములగురించి, వ్యాసాలను చేర్చుటకు నిర్ణయించిరి.

'ఎన్ సైక్లోపేడియా బ్రిటానికా' సైతము ఆధునిక కాలమున, పూర్వము కూర్చినట్లు విషయములను, అకారాది వర్ణకమములో ప్రదర్శింపక, ఆధునిక, మానవిక, విజ్ఞానశాస్త్రముల, వివిధ విషయములుగా వర్గీకరించి, ఆయా విషయములపై నిపుణుల సాయంతో వ్యాసములను సేకరించి, ప్రచురించినది. ఈ పద్ధతినే మా అకాడమీ అనుసరించింది.

ప్రథమ సంపుటము 19 పర్వాలుగా విభజింపబడింది. జాతీయ చిహ్నాలు, జాతీయ గీతాలతో ప్రారంభమై మనదేశాన్ని, భారత రాజ్యాంగము, దేశరక్షణ, దేశ ఆర్థిక విధానము, సాంఘిక శాస్త్రము, పౌర శాస్త్రము, రాజనీతి శాస్త్రము, పాలనా శాస్త్రము, మానవ శాస్త్రము, విద్య, తెలుగులిపి, భాష, తెలుగు సాహిత్యము, కళలు, పురావస్తు శాస్త్రము, వేదాంతము, ఆకాశవాణి, పత్రికలు, వైభవముతో వెలిగిన వర

# విజ్ఞాన దీపిక

II

సంపాదక వర్గము :

1. శ్రీ యన్. నరోత్తమరెడ్డి (అధ్యక్షులు)
2. డా॥ వి. యల్. యన్. భీమశంకరం
3. డా॥ కే. వేంకటరామయ్య
4. శ్రీ నే. శ్రీ కృష్ణమూర్తి (కంపైలర్)



ఆంధ్రప్రదేశ్ సాహిత్య అకాడమి  
కళాభవన్ - సైఫాబాదు,  
హైదరాబాదు.4

## విజ్ఞాన దీపిక || రూపసంధాతలు

(వ్యాసములగు పంపియు, అనువదించియు, ఈ కృషిలో పాల్గొనిన పండితుల జీవిత విశేషములు అతి సంక్షిప్తముగ లభ మైనంతవరకు మాత్రమే ఈదినివ ఈయబడినవి కావున సమగ్రములు, కావనుట గమనింప దగును.)

### 1. డాక్టర్|| అనంతరామ శాస్త్రి, ఆరెళ్ళ

రై రెడ్డర్, రెజినర్ మెడిసిన్ యాలజీస్ట్  
సెంటర్, మద్రాసు పు 980)

### 2. డా|| అన్నారీ, యస్. ఎమ్. రజాఉల్లా

జననం. 8-4-32

డిప్టీ విశ్వవిద్యాలయమున యం. యస్సీని, తదనంతరమున జర నీ యందలి టూచిన్స్ విశ్వ విద్యాలయమున డి. యస్సీ. పట్టమును ఆర్జించి. 1959 మొదలుగ, ఉన్నత స్థాయి శాస్త్రములలో నకు చెందిన పెక్కు అంతర్జాతీయ సంస్థల్లో సభ్యత్వమును పొందగలిగిరి. (పు 1087)

### 3 అప్పారావు, విస్సా (జూనియర్)

జననం: 25-11-1939

బి యస్సీ (ఆనర్సు) జియాలజీ, యం. యస్సీ (టెక్) జియో ఫిజిక్స్ - ఆంధ్ర విశ్వ విద్యాలయం. (పు. 9.)

### 4. శ్రీ అప్పావధాని, కుప్పా

జననం : 5 5-1927

ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయమున జియాలజీలో డి. యం. యస్సీ. పట్టమును ఆర్జించిరి (1950). భారత ప్రభుత్వపు జియో జికల్ సర్వే శాఖ ను, మినరల్ ఎక్స్ ప్లోరేషన్ కార్పొరేషన్ లిమిటెడ్ లోను ఉన్నతాధ్యక్షములను నిర్వహించిరి. (పు. 816)

### 5. డా|| అరుణాచలం, విశ్వనాథ

జననము : 14-5-1935

శ్రీ వేంకటేశ్వర విశ్వవిద్యాలయమున గణిత శాస్త్రమున, 1958లో యం. ఏ. మె. డిగ్రీ తేజిలో ప్రథములుగ పట్టమును ఆర్జించిరి గణిత శాస్త్ర విషయకములగు పెక్కు వ్యాసములకే గాక, సాహిత్య విషయకములగు వానిని కూడా పెక్కిందిని రచించిరి వినియక్త గణిత శాస్త్రమున నిష్ణాతులు శ్రీ వేం. వి. న గణితశాస్త్ర శాఖయందు ఉపన్యాసకులు (పు. 58, 84, 86)

### 6. డా|| అల్లాదీన్, సాలే మహమ్మద్

జననము : 3-8-1931

యం. యస్సీ. (ఉస్మానియా); పిహెచ్. డి. (చికాగో). రీడర్ (అస్సానమ్); ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ ప్రొఫెసరు. అంతర్జాతీయ ఆస్ట్రోనామికల్ యూనియన్ లోను, భారత ఆస్ట్రోనామికల్ యూనియన్ లోను సభ్యులు. (పు 1078)

### 7. ఆచార్య అశ్వత్థ నారాయణ, యు.

జనము : 1-7-1928

ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయమున జియాలజీలో డి. యస్సీ. పట్టమును ఆర్జించిరి. ఇండియన్ నేషనల్ సైన్స్ అకాడమీలోను. ఇండియన్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్సెస్ లోను సభ్యులు; ఇంటర్నేషనల్ అకాడమిక్ ఎనెర్జీ ఎజన్సీ (వియన్నా), లో కన్ఫర్లెన్స్ కమిటీ (బెనోబోవ్ జియో కెమిస్ట్రీ) సభ్యుడు. (పు. 870, 988.)

8. డా॥ అల్వీస్ కుమార్

జననము : 26-11-1936

యం. బి. బి. యన్; యం. డి. (జనరల్ మెడిసిన్) మచిలీ పట్టణము నందలి గవర్నమెంట్ డిస్ట్రిక్టు మెడికల్ హాస్పిటల్ లో సర్జను. (పు. 550)

9. డా॥ ఇందిర

యం. డి.

హైదరాబాదు-29 (పు. 645, 655)

10. శ్రీ ఉదయ భాస్కరరావు, వి.

లెక్చరర్, జూగ్రఫీ డిపార్ట్మెంట్, ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయము, వాల్తేరు. (పు. 811)

11. డా॥ ఉమామహేశ్వరరావు,

మందరపు

జననం : 8-3-1937

బి. యస్సి (ఆనర్సు). యం. యస్సి; పి. హెచ్ డి పట్టములను ఆర్జించిరి. సాగర కాలవ్యము మొ. వానికి సంబంధించిన విజ్ఞాన శాఖయందు నిష్ణాతుడు. 1978లో ఆం. విశ్వవిద్యాలయమున ఉపన్యాసకుడ గ చేరెను. (పు. 990)

12. డా॥ ఉమా మహేశ్వరరావు,

రూపనగుడి

జననం : 17-9-1939

ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయంలో జియోఫిజిక్స్ లో యం. యస్సి ని (1961), అనంతరమున 1974లో అందు పి. హెచ్ డి. ని ఆర్జించిరి. హైదరాబాదు నందలి నేషనల్ జియోఫిజికల్ రిసర్చ్ ఇన్ స్టిట్యూట్ లో సైన్టిస్టు. (పు. 909)

13. ఆచార్య ఎడ్వీన్ ధర్మరాజు,

ప్రొఫెసర్ (ఎంటోమాలజీ), ఆగ్రి కల్చరల్ యూనివర్సిటీ, రాజేంద్రనగర్, హైదరాబాదు. (పు. 751)

14. డాక్టర్ కామేశ్వరీదేవి

ప్రిన్సిపాల్, గాంధీ మెడికల్ కాలేజీ, హైదరాబాదు. (పు. 599)

15. డాక్టరు కులకర్ణి, దీననాథ్

జననం : 11-4-1938

బి. బి. యన్. సి.; యం. వి. యన్. సి. మెటరినెరి కాలేజీ, రాజేంద్రనగర్, హైదరాబాదు. (పు. 711)

16. డా॥ కృష్ణ మోహనరావు, కల్లూరి

జననం : 27-12-1942

యం. యస్సి; పి. హెచ్. డి (ఉస్మానియా), ఆస్ట్రేలియా యందలి ఆడిలైడ్ విశ్వవిద్యాలయమున పొస్ట్ డాక్టరల్ ఫెలోగా పనిచేసిరి (1967-68). ఉస్మానియా యూనివర్సిటీలో కెమిస్ట్రీ శాఖ యందు రీడరు. (పు. 245, 285, 286)

17. కృష్ణ మోహనరావు, వల్లూరి

జననం : 17-9-26

యం. బి. యన్. (ఆంధ్ర), డి. యం. ఆర్. (మదన్) డి. యం. ఆర్. డి (లండన్). రేడియేషన్ తెరఫీల్డ్ యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో ఉన్నత శిక్షణపొందిరి; రేడియో లజిక్ సింబంధించిన జాతీయ సంస్థలందు సభ్యులు. ప్రపంచ ఆరోగ్య సంస్థ ఆధ్వర్యమున జరిగిన సాంకేతిక విషయక సభకు భారతీయ ప్రానిథిగ వ్యవహరించిరి; హైదరాబాదున కేన్సర్ ఆసుపత్రిలో డాక్టరు. (పు. 892)

18. డా॥ కేశవరావు, బలభద్ర పాత్రుని

జననం : 8-10-1935

యం. ఏ. పి. హెచ్ డి. పట్టమును ఆర్జించిరి. గణితశాస్త్ర విషయకములగు జాతీయ, అంతర్జాతీయ పత్రికలలో 80 పరిశోధనాత్మక వ్యాసములను

ప్రచురించిరి. తెలుగు విజ్ఞాన సర్వసమున  
సైన్సుకు సంబంధించిన వ్యాసమును ప్రకటించిరి.  
స్టేటిక్స్, హెడ్ స్టేటిక్స్కు సంబంధించిన తెలుగు  
పాఠ్య గ్రంథములను రచించిరి. (పు 78)

19. డా॥ కొండల్ రెడ్డి, కె.

జననం : 7-7-1936

ఉస్మాన్ యూనివర్సిటీలో యం. యస్సి  
( 988 పి హెచ్ డి 1966). 987లో ఆంధ్ర  
విశ్వవిద్యాలయమున రీడరుగ నియమితులు.

(పు 52, 270 74

20. డా॥ కొండ్రా కృష్ణమూర్తి

జననం : 3-7-1926

బి. యస్సి; యం. యన్. సి. ఆంధ్ర; పి  
హెచ్ డి. (హావింగ్స్), యన్. ఆర్. ఐ సి  
(లండన్. యునైటెడ్ స్టేట్స్ కెనడా. మొదలగు  
పలు విదేశములలోని విశ్వవిద్యాలయములందు పరి  
శోధకుడుగను, విశ్వాశిక్షకుడుగను వ్యవహరించెను.  
నూ యార్క్ లో స్టేట్ డిపార్టుమెంటు ఆఫ్ హెల్త్ లో  
రిసర్చ్ అసిస్టెంటు (పు 1077)

21. డా॥ కోటిశ్వరమ్, పంచేటి

డి. జి. (ఎఫ్ ఎయస్ : రైశ్వర్ జనరల్ ఆఫ్  
ఆర్థోపీడిక్స్; డి. రోడ్, న్యూఢిల్లీ (పు 900)

22. డా॥ గోపాలరాజు, డి.

జననం : 8-6-1926

బి. యస్సి; యం. యస్సి (ఆగ్రి. పి హెచ్  
డి. (స్నాన్ లా తదేపు ఫౌండేషన్ లాజికల్  
సొసైటీలో సభ్యులు. (పు 75)

23. డా॥ చంద్రశేఖరరెడ్డి, జి.

జననం : 16-9-1937

యం. బి. యన్; డి. పి. యం (సై. అంజీ),  
యం. డి. (సైకియోట్రీ) కాకినాడ యుద్ధలి రంగ

రాయ మెడికల్ కాలేజీలో సైకియాట్రీ యందు  
ఉపన్యాసకుడు. (పు 554)

24. డా॥ చంద్రశేఖరశాస్త్రి, శివప్రసాద్

జననం : 10-10-1927

బి. యన్. సి., యం. యన్ (జనరల్ సర్జరీ),  
కర్నూల్ మెడికల్ కాలేజీలో డిపార్టుమెంట్ ఆఫ్  
సర్జరీయందు ప్రొఫెసర్ & హెడ్ ఆఫ్ డిపార్టుమెంట్.  
(పు. 89)

25. డా॥ చక్రపాణి నాయుడు

ముత్యాల గోవిందస్వామి.

జననం : 9-10-1916

బి. యన్. సి. (అనర్కు), యం. యస్సి;  
పి హెచ్ డి మైసూర్ విశ్వవిద్యాలయమున 1939  
నుండి 1959 వరకు పనిచేసిరి. 1959 నుండి 78  
వరకు శ్రీ వేంకటేశ్వర విశ్వవిద్యాలయమున  
ప్రొఫెసరుగను, జియాలజీ శాఖాధ్యక్షుడుగను  
వ్యవహరించిరి. (పు 884)

26. డా॥ చాల్, ఆర్. వి. (వేణుగోపాలాచారి)

జననం : 7-11-1911

యం. పి. బి. డి. నిజామ్ కాలేజీలో (46-59)  
అధ్యాపకుడుగను, ఉస్మాన్ యూ విశ్వవిద్యాలయ  
సైన్సు కళాశాలలో ఉపన్యాసకుడు. (49-8-70)  
గను పనిచేసిరి నల్లకుంట, హైదరాబాదు. (పు. 64)

27. డా॥ చారి, ఏ. కె.

జననం : 21-19-9

యం. బి. బి. యన్ యం. యన్; సికిందరాబాదు  
నందలి గాంధీ హాస్పిటల్ సర్జన్, గాంధీ మెడికల్  
కాలేజీ హైదరాబాదు లో సర్జరీని బోధించు  
ప్రొఫెసర్ పలు విశ్వవిద్యాలయములలో యం.  
బి; బి. యన్. కు ఎగ్జామినర్.  
(పు 892)

28. డా॥ చారి, పి. యన్.

ప్రొఫెసర్, (సర్జరీ), గాంధీ ఆసుపత్రి.  
సికింద్రాబాదు. (పు. 562, 563)

29. డా॥ జగన్నాథరావు, యం. వి.

జననం : 18-11-1922

యం. బి. బి. ఎన్ (మదరాసు-1949), యం.  
యన్. (ఉస్మా. 1962); డి. ఓ. (మదరాసు -  
1958); భారతదేశీయ అంతర్జాతీయ వివిధ వైద్య  
విషయక పత్రికలలో 12 ప్రముఖ శాస్త్రీయ వ్యాస  
మంను ప్రచురించిరి. నేత్రవైద్య గ్రామీణ శిబిర  
ములు 20 లో 1951 మొదలుగ వనిచేసిరి. గాంధీ  
మెడికల్ కాలేజీ (హైదరాబాదు)లో ఆప్టోలొజీ  
అధ్యాపక పనిచేసిరి. (పు. 580)

30. డా॥ జగన్నాథ శర్మ, వంగల వెంకట

జననం : 16-10-1928

బి. యస్సి. యం. యస్సి; డి. యస్సి. (ఆంధ్ర)  
ఆంధ్రవిశ్వవిద్యాలయమున జియోఫిజిక్స్ శాఖయందు  
అధ్యాపకుడు హైడ్రోజియాలజీ, ఎంక్రిమిక్స్ పద్ధతు  
లలో ప్రత్యేక పరిణతిని అర్జించిరి. ప్రఖ్యాత భార  
తీయ, అంతర్జాతీయ పత్రికలలో శాస్త్రీయ వ్యాస  
మంను పెక్కింటిని ప్రచురించిరి. (పు. 921)

31. డా॥ జనార్దనరావు, వై.

హెచ్ ఆఫ్ డిపార్ట్ మెంట్ (జియాలజీ), ఉస్మా  
నియా విశ్వవిద్యాలయము, హైదరాబాదు.  
(పు. 825)

32. డా॥ జయ, యెల్లవల్లి

జననం : 7-7-1924

యం. బి. బి. ఎన్ (ఉస్మా); పి హెచ్ డి.  
(రివ్యూర్) యం. ఏ. యం. యన్ (నామ్స్);

యం. ఇడి. (యు. ఎస్ ఏ); ఆనాటిమిలో పి.  
హెచ్ డి పట్టమును, లివర్ పూర్ యూనివర్సిటీలో  
ఆర్జించిన ప్రథమ మహిళ; ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయ  
మున కూడ ఆమెయే తొలుతగ ఆ పట్టమును,  
ఆర్జించినది. పెక్కు విశ్వవిద్యాలయాలలో పాఠ్య  
నిర్ణయ మండలాలందు సభ్యురాలు; గాంధీమెడికల్  
కాలేజీ (హైదరాబాదు)లో పిన్సిపాలు. (పు. 528)

33. జయరామరెడ్డి, పూతలపట్టు

జననం : 24-1-1935

యం ఏ; పి హెచ్ డి, యచ్. ఇన్స్. పి; రిన్  
ఫిలిమ్ టెక్నాలజీకి చెందిన నేషనల్ కమిటీ  
యందును, అమెరికన్ ఫిజిక్స్ సొసైటీలోను  
మెంబర్; అకోస్టిక్ సొసైటీ ఆఫ్ ఇండియాలోను,  
ఇంగ్లాండులోని ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఫిజిక్స్ లో ఫెల్లో.  
(పు. 197)

34. డా॥ టీకారావు, జి.

జననం : 30-10-31

యం. ఏ; పి హెచ్. డి. ఉస్మానియా విశ్వ  
విద్యాలయమున కాలేజీ ఆఫ్ సైన్సులో రీడరు.  
(పు. 83)

35. డా॥ తిరుమలరావు, పి.

జననం : 20-9-1915

యం. బి. బి. ఎన్; యం. యన్. సి (యు.ఎస్.ఎ)  
యచ్. ఎ. ఎ. పి (యు ఎస్ ఏ). హైదరాబాదున  
గాంధీ మెడికల్ కాలేజీలో శిశువైద్య శాఖయందు  
ప్రొఫెసరు ఎమెరిటస్. సాంఘిక సేవా సంస్థం  
యందు పెక్కింటు ప్రముఖ పదవులలో గణనీయ  
కృషిని సాగించిన ప్రజా సేవకులు, ఆంగ్ల. ఆంధ్ర  
భాషలలో కవి, నాటికా రచయిత. (పు. 589)

36. దక్షిణామూర్తి, పోరంకి.

జననం : 24-12-35

యం. ఏ. పి. హెచ్.డి; లింగ్విస్టిక్స్లో డిప్లోమా గ్రహీత. తెలుగు అకాడమీలో ఉద్యోగి. (సంపుట మున పెక్కు ఆంగ్ల వ్యాసములను అనువదించిరి).

37. డా॥ దయానందరావు, బి.

[జననం : 20-6-1916

బి. ఏ; యం.బి.బి. యస్;యం. యస్;యచ్. ఏ, యం. యస్; ఉస్మానియా మెడికల్ కాలేజీ (హైదరాబాద్)లో ప్రెస్నిపాల్ గను, న్యూరో సర్జరీ ఆచార్యులుగను పనిచేసిరి. (పు. 584)

38. శ్రీ ధనంజయరావు, వి.

జననం : 9 4-1932

బి. యస్సి. (అగ్రి-ఉస్మా) యం. యన్. (కాన్సాన్-యు. ఎస్ ఏ), అగ్రి కల్చరల్ యూనివర్సిటీ (ఆంధ్ర ప్రదేశ్)లో అస్సోసియేట్ ప్రొఫెసరు; శాస్త్రీయ విషయములకు చెందిన పెక్కు వ్యాసములను రచించి ప్రచురించిరి. (సంపుటమున ఆంగ్లవ్యాసములను కొన్నిటిని అనువదించిరి)-

39. డా॥ నరసింగరావు, అవసరాల

జననం : 4-1-1924

యం. యస్సి; పి. హెచ్.డి (లండన్), డి.ఐ.సి (లండన్) యచ్. జి. యన్. ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయమున జియాలజీకాళిలో రీడరు. తెలుగు విజ్ఞాన సర్వస్వమున, జియాలజీవిభాగము (12వ సం.) నకు సంపాదకుడు (1970). తెలుగు అకాడమీ ప్రచురించిన పాలియన్టాలజీ పాఠ్యగ్రంథపు రచయిత (1971). (పు. 872)

40. డా॥ నరసింహం, రామాయణం లక్ష్మి

జననం : 28-12-24

ప్రిన్సిపాల్, అగ్రిల్చరల్ కాలేజీ, బాపట్ల

బి. యస్సి. (తెన్సింగ్) (యూనివర్సిటీ ఫన్

ఆంధ్ర) యం. యస్సి; పి. హెచ్.డి. (సాయిల్ సైన్సు) అగ్రికల్చరల్ తెన్సింగ్ ఇండియన్ అగ్రికల్చరల్ రిసర్చ్ ఇన్స్టిట్యూట్, న్యూఢిల్లీ భారతీయ అంతర్జాతీయ విజ్ఞాన శ్రీయ పత్రికలందు ముప్పు పరిశోధక వ్యాసములను ప్రచురించెను. (పు 877, 749)

41. డా॥ నరసింహం, బ్రహ్మాండం

జననం : 15-9-1920

బి. యస్సి. (అగ్రి): డి. ఐ. హెచ్; యం. యస్సి. (అగ్రి); పి హెచ్. డి. గుజరాత్ అగ్రికల్చరల్ యూనివర్సిటీలో. జి. యన్. యచ్. సి. చైర్ కు చెందిన సైంటిస్టు విజ్ఞాన శాస్త్రీయ విషయములను గురించి తెలుగున వీరు రెండు గ్రంథములను రచించి, తెలుగుభాషా సమితి వలన ఉత్తమ గ్రంథ బహుమతులను ఆర్జించిరి. పు. 744)

42. డా॥ నరసింహారావు, పిన్నమనేని

జననం : 8-12-1913

యం. యస్; యచ్. ఐ. సి. యస్; యచ్. ఏ. సి. యన్. 1946 మొదలుగ ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని వివిధ వైద్యకళాశాలలలో ఆచార్యుడుగ పనిచేసిరి. విభాగపట్టణం, గుంటూరు వైద్యకళాశాలలో క్రమముగ 1960 నుండి 1983 వరకు ప్రెసిపాలుగ పనిచేసిరి. గుంటూరు వైద్య కళాశాలలో 1968 మొదలుగ ప్రొఫెసర్ ఎమెరిటస్; నేత్ర, నాసికాగళ విభాగమున శస్త్ర చికిత్సకుడుగ ప్రసిద్ధిని పొందిరి. (పు 584)

43. నరసింహ రెడ్డి, పి.

జననం : 9-1-1941

బి. ఇ. (ఉస్మా); యం. ఇ. (ఇండియన్ ఇన్స్టి. ఆఫ్ సైన్సు. బెంగళూరు) ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ ఇంజనీరింగ్ కాలేజీలో రీడరు. విజ్ఞాన శాస్త్రీయ పరిశోధనాత్మక వ్యాసములను పెక్కింటిని ప్రచురించిరి. (పు. 1143)



44. డా॥ నర్సింగరావు, జి.

జననం : 23-10-1923

బి. యస్సి; యం. బి. బి. యన్. (ఉస్మా),  
యన్. ఆర్. సి. పి. (ఎడిం); యఫ్ ఆర్. సి. పి.  
(ఎడిం).

ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని ప్రసిద్ధ వైద్యశాలలందు  
పెక్కింట 1958 మొదలుగ వైద్యశాల యందు  
పని చేసిరి. గాంధీ మెడికల్ కాలేజీ (హైదరా  
బాదు) లో 1958 లో వైద్యశాస్త్ర ఉపన్యాసకుడుగ  
చేరి క్రమముగ 1973 లో ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్  
మెడికల్ సైన్సెస్ (ఉస్మా) ప్రిన్సిపాలు పదవిని  
గ్రహించిరి. (పు. 647)

45. శ్రీనారాయణరావు, పిన్నమనేని

వెంకట

జననం : 1-5-1931

బి. యన్ సి; డి. యం. ఐ. టి: యం. యన్.  
(కాన్సాన్)

రాజేంద్రనగర్ (హైదరాబాదు) లోని ఆగ్రి  
కల్చరల్ రిసర్చ్ ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆగ్రికల్చరల్ ఇంజి  
నీరు (రిసర్చ్), తామ కనుగొనిన యూనిట్ రోల్  
బాక్ అను దానికి యునైటెడ్ స్టేట్స్ (అమెరికా)  
వలన పేటెంటును ఆర్జి చిరి. 1970. (పు 760)

46. డా॥ నిర్మల

లెక్చరర్, బయోకెమిస్ట్రీ విభాగము, ఉస్మా  
నియా విశ్వవిద్యాలయము, హైదరాబాదు. 7  
(పు 231)

47. డా॥ పట్టాభిరామన్, యం. వి.

కాలేజీ ఆఫ్ సైన్సు, ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయము;  
హైదరాబాదు (పు. 68)

48. డా॥ పద్మనాభ మూర్తి, బి.

జననం : 21-12-1934

యం యస్సి పీటియూ జీ ఫస్ట్ క్లాస్-  
ఆంధ్ర). డి. యన్ సి;

పిజిక్స్ లో లెక్చరరుగ మూడేండ్లు పనిచేసిరి,  
ఇ డియా పిటియరలాజీల్ డిపార్టుమెంటు న్యూ  
ఢిల్లీ లో గూవ్ I పీటియూ జిప్ట సేన్ రిసర్చ్  
కమిటీ మొదలగు వాలివరణ శాస్త్రీయ సంఘము  
లందు సభ్యులు వాలివరణ శాస్త్రపు వివిధ విషయ  
ములకు చెందిన పరిశోధనాత్మక వా సముచు  
ముప్పదికిపైగా రచించి ప్రచురించిరి (పు 914)

49. శ్రీ పద్మారెడ్డి, యన్.

జననం : 15-6-1947

యం ఏ (ఉస్మా ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయమున  
ఆర్థిక శాస్త్ర శాఖయందు ఉపన్యాసకుడు. (పు 98)

50. డా॥ పార్థసందన రెడ్డి, పెనగలూరి

జననం : 30-8-1944

యం. యస్సి; పి. హెచ్. డి; జై. టిక్స్ డిపార్ట్;  
ఉస్మానియా. వి.

విజ్ఞాన శాస్త్రీయ సంఘములలో పెక్కింటి  
సభ్యుడు. ఇరువదికిపైగా పరిశోధనాత్మక వ్యాస  
ములను ప్రచురించెను. జాతీయ, అంతర్జాతీయ  
గోష్ఠులలో పెక్కింటి పాల్గొనెను. (పు. 469 465;  
470, 476 488, 488)

51. శ్రీ పార్థసారథి పి బి.

డిప్యూటీ రై కెక్టర్; పి. యల్. 48 ప్రాజెక్టు,  
ఆగ్రికల్చరల్ కా. జి, రాజేంద్రనగర్ హైదరా  
బాదు పు 762)

39. డా॥ పాల్, పి. పి.

జననం : 15-10-1931

యం. యస్సి; పి హెచ్ డి  
పై. టిక్స్ (పు. 918)

53. డా॥ పిగ్లె, కె. యన్.

ప్రొఫెసర్ (సివిల్ ఇంజనీరింగ్); రెజినర్ ఇంజనీరింగ్ కాలేజీ, వరంగల్ (పు. 1103)

54. శ్రీ పురుషోత్తం, వి. బి.

ఎగ్జి. ఇంజనీరు (ఎలక్ట్రిసిటీ); యన్ ఇ. టెక్నికల్ ఎలక్ట్రిటీ ప్రాజెక్ట్స్ విడు. కనాడ, ప్రైదరాబాదు. (పు. 1152, 1153, 1224)

55. ఆచార్య పూర్ణచంద్రరావు,

ముక్కామల

జననం : 11-7-1923

బి. యన్ సి; (ఆనర్స్), యం. యస్సి; డి. యస్సి. (ఆంధ్ర).

ఆమెరికన్ ఆసోసియేషన్ ఆఫ్ పెట్రోలియమ్ జియాలజిస్ట్స్ సభ్యుడు. మెరైన్ జియాలజీలో, భారత దేశమున పరిశోధన ఆరంభమైనప్పటినుండి ఆంధ్ర పాల్గొనెను; 50 పైగా పరిశోధన వ్యాసములను ప్రచురించెను; ప్రొఫెసర్ ఆఫ్ జియాలజీ, ఆంధ్ర విశ్వ విద్యాలయము; శాస్త్రీయ కృషిలో పలు విదేశములందు పర్యటించెను. (పు. 868)

56. ఆచార్య ప్రభాకర్, అల్లాడి

జననం : 16-3-1927

బి. ఇ. (ఆనర్స్) (మద్రాస్); యం యన్. (ఎలి. ఇంజనీరింగ్) (హార్వర్డ్ విశ్వవిద్యాలయం-యు ఎస్ ఎ), పోస్ట్ గ్రాడ్యుయేట్ డిప్లామా ఇన్ ఆర్కానైడ్ గై డెడ్ మిసిరీ ఇంజనీరింగ్ (యన్లై టెడ్ కింగ్ డమ్). భారత రక్షణ శాఖలోని ఆర్మీ మెంట్ టెక్నాలజీ ఇన్ స్టి లో 12 ఏండ్లు ఆధ్యాపక పరిశోధన చ్యూస్టికరణలను నిర్వహించి, ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయమున ఎలక్ట్రానిక్స్ శాఖలో ఆచార్యుడుగను శాఖాధ్యక్షులుగను 12

ఏండ్లు పనిచేసిరి. మెల్బోర్న్ (ఆస్ట్రేలియా) లోని సాంకేతిక విద్యాలయమున అధ్యాపకులుగ రెండు స్పర సంవత్సరములు పనిచేసిరి. (పు. 1956)

57. డా॥ ప్రభాకరరావు, శివుడు సత్య

జననం : 14-10-1936

యం. ఏ; పి హెచ్. డి. (ఆంధ్ర)

ఆంగ్ల శాఖాధ్యక్షుడు, గవర్నమెంట్ సిటీ కాలేజీ. ప్రైదరాబాదు; సంస్కృత, ఆంధ్ర, జర్మన్, ఆంగ్ల భాషలలో పండితుడు. ఆంగ్లమున కొన్ని కావ్యములకు రచించెను (పుట 8)

58. డా॥ ప్రభాకరరెడ్డి, వై.

జననం : 1-9-1941

బి. యస్సి. (ఆనర్స్); యం. యస్సి, పి హెచ్. డి.

శ్రీ వేంకటేశ్వర యూనివర్సిటీలో ఉప న్యాసకుడు (పుట. 138)

59. డా॥ ప్రసాదరావు, చాగంటి వెంకట

నరసింహ

జననం : 2-8-1934

బి. యస్సి (ఆంధ్ర); డిప్లొమా ఇన్ ఎలక్ట్రానిక్స్ మద్రాస్ ఇన్ స్టి. ఆఫ్ టెక్నాలజీ); యం ఇ. (ఉస్మా మొదటి తరగతిలో డిస్టింక్షన్), ఐ. జి. వై స్కీమ్ లో సి. ఎన్. ఐ. ఆర్ లో మూడేండ్లు పనిచేసిరి. ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయమున ఎలక్ట్రానిక్స్ డిపార్టుమెంటులో అధ్యాపకులు. (పు. 1259)

60. శ్రీ బలరామరెడ్డి, కోటిరెడ్డి

జననం : 1-7-1928

బి. ఇ.: ఆంధ్రప్రదేశ్ ప్రభుత్వ విద్యుత్ శాఖలో 1938లో చేరి తదనంతరమున ఆశాఖలోను, స్టేట్ ఎలక్ట్రి సిటీ బోర్డులోను వివిధ బాధ్యతాయుత పదవులను నిర్వహించెను. డెప్యూటీ డిప్లొమా ఇన్ భారత

ప్రభుత్వ మినిస్ట్రీ వ్ ఎనర్జీ శాఖలో. బాంబే  
రెజిస్టర్ ఎంక్రిసిటి బోర్డులో సూపరింటెండింగు  
ఇంజనీరు. (పు. 200)

61. డా॥ బాబురావు, దోమలపల్లి  
జననం : 28-3-1939

ఉస్మానియా యూనివర్సిటీలో సివిల్ ఇంజనీ  
రింగు శాఖలో రీడరు. (పు. 1089, 1109, 1112,  
1115).

62. డా॥ బాబురావు, పి.  
తిరుపతి (పు. 159)

63. డా॥ బాలకృష్ణ, సూరి

ఆసిస్టెంట్ రైల్వేలు, నేషనల్ డియోఫిజికల్  
రిసర్చ్ ఇన్ స్టిట్యూట్, హైదరాబాదు (పు. 847)

64. శ్రీబాల సుబ్రహ్మణ్యం, బొంతల  
జననం : 4-2-1941

బి. ఇ. (సివిల్ ఇంజనీరింగు ; యం. ఇ.  
(అన్యూయిడ్ సర్వేయింగ్ ఫోటో గ్రామెట్రీ రూర్కి).  
తెచ్చెరదు (1965-7) గ పనిచేసిరి. తరువాత  
శ్రీవేంకటేశ్వర విశ్వ విద్యాలయమున సివిల్ ఇంజ  
నీరింగులో తెచ్చెరదు. (పు. 1086)

65. డా॥ బెనర్జీ, శంకర్  
జననం : 1-3-34

యం. డి.; పేటాః జీ ప్రొఫెసర్, రంగారాయ  
మెడికల్ కాలేజి, కాకినాడ; వైద్యశాస్త్ర విషయము  
లలో పాటుగ సాంఘిక మానవ శాస్త్రము, తుం  
నాశ్మక భాషా శాస్త్రములందు గాఢపరిచితి కలదు.  
దేశీయ, అంతర్జాతీయ వైద్యశాస్త్ర పత్రికలలో  
పరిశోధనాత్మక వ్యాసములను కొన్నింటిని ప్రచు  
రించెను. (పు. 54)

66. డా॥ బ్రహ్మయ్య శాస్త్రి, పి.

రిటైర్డ్ ప్రొఫెసర్, ప్రొఫెసర్ ఎమెరిటస్,  
విశాఖపట్టణం (పుట. 513)

67. డా॥ భాస్కర్, జి. ఆర్.

జననం : 11-10-1925

యం. డి. (పేటాః జీ),

ఉస్మానియా మెడికల్ కాలేజి (హైదరాబాదు)లో  
ఫార్మెస్ట్ మెడిసిన్ శాఖలో ప్రొఫెసర్, హైదరా  
బాదు సిటీ పోలీస్ సర్జన్. (పు. 609, 625)

68. శ్రీ భాస్కరం, కె.

జననం : 5-5-1919

బి. యన్. సి. (ఆగ్రి); యం. యన్.  
(యం. ఎన్. ఎ)

ఎక్స్ పెర్సన్ మెథడ్స్ లో హెఫెసర్ & పిల్చి  
పాల్, అగ్రికల్చరల్ కాలేజి, రాజేంద్రనగర్,  
హైదరాబాదు. (పు. 738)

69. శ్రీ భాస్కర రామమూర్తి,

కొచ్చర్లకోట.

జననం : 2-4-1935

యం. యస్సి. (ఆప్లయిడ్ ఫిజిక్స్) : ఎలక్ట్రా  
నిక్స్ లెక్చరర్ ఇంజనీరింగ్ కాలేజి, కాకినాడ.

తెలుగున కథానికలను పెక్కింటిని రచించెను.  
వీరు 'ధనిష్ఠ' అను సాహిత్యాంకముతో తెలుగున  
రచించిన ఒకనవల కన్నడము లోనికి అనువదితము.  
(పు. 1241)

70. శ్రీ భాస్కరరావు, వలువల వడయ

జననం : 23-9-1915

యం. ఏ, (జాగ్రఫీ); ఆంధ్ర యూనివర్సిటీలో  
జా. పీ. శాఖలో ఉపన్యాసకులు (పు. 811)

71. శ్రీ భాస్కరరావు, దుక్కిపాటి

జననం : 8-12-1945

యం. ఏ. (జాగ్రఫీ) సాగర్ విశ్వవిద్యాలయము  
(పు. 801)

72. డా॥ భాస్కరరావు, వీరఘంట

జననం : 1-11-1928

బి. యన్. సి. (ఆన్స్); యం. యస్సి;  
పి. హెచ్. డి. (సిడి)

మెరైన్ జియోఫిజిక్స్ లో పోస్ట్ డాక్టరల్ శిక్ష  
జను కొలంబియా యూనివర్సిటీ (యుఎస్ఎ)లో  
పొందిరి. పరిశోధన వ్యాసమలను ఏజిడికిపైగా  
ప్రచురించిరి. ఆంధ్ర యూనివర్సిటీలో, జియో  
ఫిజిక్స్ శాఖకు అధ్యక్షులు. ఆచార్యులు. (పు. 884.  
989).

73. శ్రీ భాస్కరశాస్త్రి, డి. వి. ఆర్.

యం. యన్. సి; తెలుగు ఆకాడమి ప్రచు  
రించిన అనువాద విజ్ఞాన శాస్త్రీయ గ్రంథాలలో  
కొన్నింటి రచించి, పాఠశాలల్లో పనిచేసి, రాష్ట్ర  
విద్యా పరిశోధన శిక్షణ మండలి (యన్ సి. ఇ.  
ఆర్. డి.) లో అధ్యాపకులుగా నియమితులైరి;  
ఆస్ట్రేలియాలో పర్యటించి దూరస్థ విద్యార్థులకు  
పరోక్ష విద్యాబోధన సాగించు పద్ధతులలో శిక్షణ  
గ్రహించిరి. (పు. 281, 501, 529, 547)

74. ఆచార్య భీమశంకరం, వి.యల్.ఎస్

జననం : 16-11-1931

యం. యస్సి; డి. యస్సి.

ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయంలో ఉపన్యాసకులు  
(1966-67) గను ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయ  
(1967-68) రీడరుగను పనిచేసి 1968లో ఆంధ్ర  
విశ్వవిద్యాలయమున భూభౌతిక శాస్త్ర శాఖకు అధి  
పతి యైరి. ఆంధ్రప్రదేశ్ సాహిత్య ఆకాడమీ  
సభ్యులు. 1967-68 లో ప. జర్మనీలోను, 62-  
68 లో లండనులోను వసిించి, శాస్త్రీయ పరిశోధ  
నలను సాగించిరి; ఆయస్కాంత తత్వాదులగు  
పెక్కు వైజ్ఞానిక విషయాలపై సుమారు 80 పరి

శోధన వ్యాసాలను రచించి ప్రచురించిరి భూభౌతిక  
శాస్త్ర పాఠ్య గ్రంథాలను రెండింటిని ఆంగ్లమున  
రచించిరి. తెలుగులో ఆధునిక శాస్త్ర విజ్ఞానాన్ని  
అందించుటలో అభిరుచికలదు. (పు. 864, 887)

75. శ్రీ మదన మోహనరెడ్డి, జి.

జననం : 10-6-1931

బి. ఇ. (మెకా); యం. టెక్.

లెక్చరర్, మెకానిక్ ఇంజనీరింగ్ శాఖ, రెజినర్  
ఇంజనీరింగ్ కాలేజి, వరంగల్. (పు. 1120)

76. శ్రీ మనోహరమూర్తి,

నెరియనూరి

జననం : 26-1-1945

యం. యన్.సి; పోస్ట్ గ్రాడ్యుయేట్ విద్యార్థు  
లకు బోధించడంలో 8 సంవత్సరాలు అనుభవమును,  
అట్లాసోనిక్స్ పరిశోధన కృషిలో 8 సంవత్సరాల  
అనుభవమును కలవు. (పు. 208)

77. కెప్టన్ మల్లపరాజు, వేగేసిన

జననం : 3-6-1935

యం. ఏ. (జాగ్రఫీ); లెక్చరర్, జాగ్రఫీ  
డిపార్ట్ మెంట్, డి. యన్. ఆర్. కాలేజి, భీమవరం  
(ప. గోదావరి), తెలుగు ఆకాడమీ ప్రచురించిన  
ఆంధ్ర ప్రదేశ్ ప్రాదేశిక భూగోళము అనుగ్రంథపు  
రచయిత; ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయపు బోర్డు ఆఫ్  
స్టడీస్ కు అధ్యక్షుడుగ కొంతకాలము వ్యవహరించిరి.  
(పు. 821)

78. డా॥ మల్లయ్యశాస్త్రి, పి.

జననం : 15-10-1927

డయరీ స్పెషలిస్టు, ఎక్స్ పెరిమెంట్, డిపార్ట్  
మెంట్ ఆఫ్ డయరీ సైన్స్, వెటెరినరీ కాలేజి,  
రాజేంద్రనగర్ (హైదరాబాద్).

79. ఆచార్య మల్లికార్జునరావు,

దామోదర

జననం : 8-1-1939

బి. ఇ. (చైతన్య); యం. టెక్ (ప్రెక్టోరేట్ ఇంజనీరింగ్).

1940 నుండి 65 వరకు కాకినాడలోని కాలేజీ ఆఫ్ ఇంజనీరింగులో ఉపన్యాసకులు; 1978 మొదలుగా నాగార్జున సాగర్ ఇంజనీరింగ్ కాలేజీ (పైదరా బాదు)లో ఎలెక్ట్రానిక్స్, కమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు శాఖకు అధిపతులు, ప్రొఫెసరు ఫు.1283, 1287)

80. డా॥ మల్లికార్జున స్వామి

జననం : 1-7-1937

యం. యస్సి; పిహెచ్.డి. శ్రీవేంకటేశ్వర విశ్వవిద్యాలయం, జియాలజీకి సంబంధించిన వివిధ శాస్త్ర శాఖలలో యం. యస్సి. విద్యార్థులకు అధ్యాపకుడుగా శ్రీ వేం. యూనివర్సిటీలో పని చేయుచున్నారు. 18 పరిశోధన వ్యాసములను ప్రచురించిరి. యునైటెడ్ స్టేట్స్ ప్రభుత్వపు వ్యవసాయశాఖవారు చేపట్టిన కొన్ని పరిశోధన ప్రాజెక్టులతో సంబంధము కలదు. (పు. 808, 812, 825, 829, 864, 869, 408, 408, 414, 427, 456)

81. మహేందర్, యం.

జననం : 13-8-1935.

బి. యస్సి, బి. ఎ. యస్సి; యం. యన్.

అసోసియేట్ ప్రొఫెసర్ & హెడ్ ఆఫ్ డిపార్ట్మెంట్ (పేటాలజీ), వెటిరినరీ కాలేజీ, రాజేంద్ర నగర్ (పైదరాబాదు) (పు. 668, 674, 700, 707, 714, 718, 721)

82. డా॥ మాధవరావు, కె. వి.

జననం, 1943

బి. యస్సి, యం. యస్సి; పిహెచ్.డి. (శ్రీ వేం. యూనివర్సిటీ) లెక్చరర్, పృథ్విశాస్త్రం, శ్రీ వేంకటేశ్వర యూనివర్సిటీ, తిరుపతి. (పు. 822, 822, 848)

83. డా॥ మాలకొండారెడ్డి, వుండెల.

జననం : 23-8-1932

బి. ఇ; యం. యస్సి. (ఇంజనీరింగ్); పిహెచ్.డి. (ఎడిం); యం. ఐ. ఎ. హెచ్. యన్. (యు. ఎస్. ఎ)

విజ్ఞానశాస్త్ర విషయములందేగాక, తెలుగు సాహిత్యమునను అభిరుచి కలదు. నేతాజీ, వివేకానందుడు, కాంతిచక్రాలు - అను తెలుగు పద్యగ్రంథాలను రచించిరి. (పు. 1091)

84. డా॥ మురళి, సబ్బనవీస్.

జననం : 20-1-1945

యం. యస్సి. (జియాలజీ); యం. యస్సి. (టెక్); పిహెచ్.డి (జియోఫిజిక్స్), రీడర్, జియోఫిజిక్స్ డిపార్ట్మెంట్, ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయం, పైదరాబాదు. (పు. 924)

85. శ్రీ మురళీ మోహన శాస్త్రి,

చతుర్వేదుల

జననం - 12-10-1940

బి. యస్సి; యం. యస్సి. (ఆంధ్ర)

వైస్ ప్రెసిడెంట్ & హెడ్ ఆఫ్ డిపార్ట్మెంట్ (ఫిజిక్స్). న్యూ సైన్సు కాలేజీ, ఆమీర్ పేట, పైదరాబాదు (పుట. 81)

86. డా॥ మూర్తి, ఆర్. ఏల్.

ప్రొఫెసర్ (మెకా. ఇంజి), రెజినర్ ఇంజనీరింగు కాలేజీ, వరంగల్ (పు. 1188)

87. శ్రీ మూర్తి, ఎ. వి. యస్.

సెంట్రల్ మెరైన్ ఫిషరీస్ రిసర్చ్ స్టేషన్, ఎర్నాకులమ్, కేరళ (పు. 970)

88. డా॥ మూర్తి, భమిడిపాటి వేంకట  
సత్యనారాయణ

జననం : 10-10-1944

బి. యస్సి; యం. యస్సి (టెక్ - జియో  
ఫిజిక్స్) పి హెచ్ డి. (ఆంధ్ర - జియోఫిజిక్స్)

లెక్చరర్, జియోఫిజిక్స్ శాఖ, ఉస్మానియా  
విశ్వవిద్యాలయం, హైదరాబాదు. (పు. 891)

89. డా॥ యతిరాజులు జీ,

ఆర్కేవిడ్ సర్జన్, ఉస్మానియా ఆసుపత్రి,  
హైదరాబాదు (పు 573)

90. శ్రీ రఘునాథరాజు కె.

భౌగోళిక శాస్త్ర విభాగము, డి. యన్. ఆర్.  
కాలేజి, భీమవరం, ప. గోదావరిజిల్లా. (పు. 797)

91. డా॥ రత్నం, సి. వి.

జననం : 15-11-1932

బి. యస్సి. (కెమిస్ట్రీ); యం: యస్సి: పి.  
హెచ్ డి. రీడర్ (కెమిస్ట్రీ), యూనివర్సిటీ కాలేజి  
ఆఫ్ సైన్స్, ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయం,  
హైదరాబాదు. వెంట్రోసెక్టియజేషనులో నూత్న  
విషయములను కనుగొనెను; యువ వైజ్ఞానికుల  
మర్చిడి పథకమున అట్టి వైజ్ఞానికుడుగ ఎన్ను  
కొనబడి యునైటెడ్ కింగ్ డమ్ ను దర్శించి పరి  
శోధనను సాగించెను. పోస్ట్ డాక్టరల్ ఫెలోగా  
యు, ఎన్ ఎ లో కాలిఫోర్నియా విశ్వ విద్యాలయ  
మున పరిశోధనను నిర్వహించెను (పు. 215)

92. డా॥ రమణరావు నరహరి వెంకట

జననం : 10-3-1925

జి. యం. వి. సి; బి. వి. యస్సి; పి. జి. యం.  
యస్సి. వెట్టి. ఆసోసియేట్ ప్రొఫెసర్ & హెడ్  
ఆఫ్ డిపార్టు మెంటు పౌల్ ట్రీ సైన్సు, వెటెనరీ  
కాలేజి, తిరుపతి. (పు. 150)

93. ఆచార్య రమాకాంత్, జె.

జననం 4-2-1931

యం. ఏ, పి హెచ్. డి.

నాటకరచయితగను, కథానికా రచయితగను,  
ఆంధ్ర ఆంగ్లములందు పేరొందెను.

94 డా॥ రాఘవరావు కందుల వీర

జననం 1-7-1931

యం యస్సి. (జియాలజీ); పి హెచ్. డి  
(పైట్రో జియాలజీ) డై రెక్టర్, సెంట్రల్ గ్రౌండ్  
వాటర్ బోర్డు. సదరన్ రీజియన్, హైదరాబాదు;  
గ్రౌండువాటర్ జియాలజీకి సంబంధించిన 45 పరి  
శోధనాత్మక వ్యాసముల రచనలో పాల్గొనెను, పలు  
వైజ్ఞానిక సంస్థలలోను, వృత్తి సంఘములలోను  
సభ్యులు. (పు. 878)

95. డా॥ రాజగోపాలన్, సి. ఆర్.

జననం : 25-3-1923

బి. యస్సి; యం: బి. బి. ఎస్; డి. డి. డి;  
యం. యస్; లండన్ లోని నాచురల్ హిస్టరీ  
హాస్పిటల్ లో హృదయకోశ సంబంధపు సర్జరీలో  
శిక్షణపొందిరి; సూపరిండెంట్, గాంధీ హాస్పిటల్,  
సికింద్రాబాదు. (పు. 880)

96. కెప్టెన్ రాజు, ఎ. వి. కె.

వైస్ ప్రెసిసిపాల్, (డిపార్ట్ మెంట్ ఆఫ్ జాగ్రఫీ,  
డి. యన్. ఆర్. కాలేజి, భీమవరం, ప. గోదావరి  
జిల్లా. (పు. 807)

97. డా॥ రాజేశ్వర్ రావు గోరల

జననం : 13-5-1932

బి. యస్సి; (ఆనర్స్); యం. యస్సి; పి హెచ్. డి;  
రీడర్, ఆంధ్ర యూనివర్సిటీ, వార్లెరు; పోస్ట్  
డాక్టరల్ ఫెలోగ, కెనడా దేశమున కింగ్ స్టర్ నగ  
రపు క్విన్స్ యూనివర్సిటీలో పనిచేసిరి. (పు. 887,  
409)

98. డా॥ రాజేశ్వరరావు, నివ్వల

జననం : 29-11-1917

బి. యస్సి; (ఆనర్స్); యం. యస్సి; డి, యస్సి. (ఆంధ్ర).

ప్రొఫెసర్, ఫిజిక్స్ డిపార్ట్మెంట్, సైన్స్ కాలేజి, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు, ఆస్ట్రోఫిజిక్స్పై పెక్కు పరిశోధన వ్యాసములను రచించి ప్రచురించిరి. (పు. 132)

99. శ్రీరాధాకృష్ణ, టి.

ఫిజిక్స్ డిపార్ట్మెంట్, గవర్నమెంట్ సిటీ కాలేజి, హైదరాబాదు (పు. 7)

100. డా॥ రాధాకృష్ణమూర్తి, గూటాల

జననం : 25-4-1928

బి. యస్సి; బి. ఇ. (ఆనర్స్); యం. టెక్; పి.హెచ్.డి (యుఎస్ఎ). పరిశోధనాత్మకములగు పెక్కు వ్యాసములను ప్రచురించెను. విజ్ఞాన శాస్త్రీయ విషయములపై తెలుగునను ఒక గ్రంథమును రచించెను. లలితకళారంగమునను భ్యాసించెను. ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయం, ఇంజనీరింగు కాలేజిలో అసిస్టెంటు ప్రొఫెసర్. (పు. 1098)

101. డా॥ (శ్రీమతి) రాధా భాస్కర్

జననం ; 28-12-18

యం. డి. (మైక్రో బయాలజీ).

గాంధీమెడికల్ కాలేజి (హైదరాబాదు) లో మైక్రోబయాలజీ శాఖలో ప్రొఫెసరు. (పు. 819)

102. శ్రీ రామకృష్ణయ్య, యాసం శివ

జననం : 1-7-1939

యం. ఏ. (ఉస్మానియా)

లెక్చరర్, (స్టేటిస్టిక్స్), ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయం, హైదరాబాదు. (పు. 99)

103. ఆచార్య రామచంద్రన్, యల్. కె.

జననం : 30-3-1928

బి. యస్సి; యం. యస్సి. పిహెచ్.డి ;

ప్రొఫెసర్, బయో-కెమిస్ట్రీ డిపార్ట్మెంట్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు; ఇండియన్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్స్లోను, ఇండియన్ నేషనల్ సైన్స్ అకాడమీలోను ఫెలోపదవులను ఆర్జించిరి. (పు. 279)

104. శ్రీరామచంద్రమూర్తి, యం.యస్.

జననం : 31-10-40

యం. యస్సి, (స్టాటిస్టిక్స్);

లెక్చరర్, స్టాటిస్టిక్స్ డిపార్ట్మెంట్, ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయము, హైదరాబాదు. (పు. 102)

105. డా॥ రామచంద్రరావు, ఆర్.

జననం : 13-6-1942

యం డి.

హైదరాబాదు-29 (పు 842, 851).

106. డా॥ రామచంద్రరావు, విస్సా

జననం : 21-3-1917

యం. బి. బి. ఎస్; యం. యస్సి. (ఎనాలమి)

ఆంధ్రప్రదేశ్లోను, కర్ణాటకలోను వివిధ వైద్యకళాశాలలలో ఎనాలమిని బోధించు ప్రొఫెసరుగ పనిచేసిరి. వరల్డ్ హెల్త్ ఆర్గనైజేషన్లో ఫెలోగా కేంబ్రిడ్జియందు (1957-58) పరిశోధనను నిర్వహించిరి.

107. డా॥ రామచంద్రరావు, గుండిమెడ

జననం : 15-8-1922

యం. డి. (ఆంధ్ర)

హైదరాబాదులోని ఫీవర్ హాస్పిటల్ సూపరింటెండెంటుగను; ఉస్మానియా, గాంధీ మెడికల్ కాలేజీలలో సాంక్రామిక శాస్త్రము ప్రొఫెసరుగను పనిచేసిరి. (పు- 544)

108. డా॥ రామదాసు, వల్లభనేని సీతా  
జననం : 5-2-1933

యం. యస్సి, (డిల్లీ); డి. ఫీల్డ్ (ఆక్స్‌ఫర్డ్)  
ప్రొఫెసర్, ఆఫ్ బాలనీ & హెల్త్ ఆఫ్ డిపార్టు  
మెంటు; శ్రీ వేంకటేశ్వర యూనివర్సిటీ, తిరుపతి.  
వైజ్ఞానిక పరిశోధనల కొరకును, ఆచార్య పదవీ  
నిర్వహణకును అంతర్జాతీయ సదస్సులలో పాల్గొ  
నుటకును సీడెన్, ఇంగ్లాండ్, కెనడా, యుఎస్ఎ,  
న్యూజీలాండులను సందర్శించిరి. (పు 806)

109. డా॥ రామప్రసాదరావు,  
ఇల్లందల భృగు

జననం : 20-1-1947

యం. యస్సి, (టెక్-జియోఫిజిక్స్); పిహెచ్.డి.  
(జియోఫిజిక్స్) పది వైజ్ఞానిక రచనలను  
ప్రచురించిరి. (పు. 948)

110. డా॥ రామమూర్తి, వేదం.

జననం : 4-6-1943

యం. యస్సి, పిహెచ్.డి.,

వైజ్ఞానిక విషయములను గురించి తెలుగున  
వ్రాయుటలో ఆభిరుచి కలదు. (పు. 136)

111. శ్రీ రామమోహనరావు, ఆర్.

జననం : 7-2-1943

యం. ఏ. (జాగ్రఫీ),

వీరు, తెలుగు ఆకాదమీ కోరికపై జాగ్రఫీకి  
సంబంధించిన రెండు పాఠ్యగ్రంథములను తెలుగున  
రచించిరి. పెక్కు పరిశోధనాత్మక వ్యాసములు  
రచించి ప్రచురించిరి. (పు. 794)

112. శ్రీ రామారావు, వెంపటి.

జననం : 1-9-1928

బి. ఇ. (ఎలెక్ట్రికల్-ఆనర్స్)-ఆంధ్ర,

సుప్రెంటెండెంట్ ఇంజనీర్, హైడెల్ డిజైన్సు,  
(2)

ఆంధ్రప్రదేశ్ స్టేట్ ఎంక్విరీసిటీ బోర్డు, హైదరా  
బాదు; ఆయుర్వేద సాంకేతిక దక్షతకై జపానున  
టోక్యోలో హిటాచి లిమిటెడ్ నందు, శిక్షణను  
పొందిరి. (పు. 1157)

113. రామశాస్త్రి, ఏ. ఏ.

జననం : 9-1-1928

యం. యస్సి., డి. ఎస్సి.,

రై రెక్టరు రెజిస్ట్రార్ మెడియరిలాజికల్ సెంటర్,  
మద్రాస్. (పు. 960)

114. శ్రీ రావు, అంగరరామ నాగేశ్వర

జననం : 2-4-1920

బి. ఇ (ఎలెక్ట్రికల్-ఆనర్స్-మద్రాస్), గిండి  
ఇంజనీరింగ్ కాలేజీలో డిప్లొమా పరీక్షలో నెగ్గెను,  
ఇన్స్టిట్యూషన్ ఆఫ్ ఇంజనీర్స్ (ఇండియా) లో  
ఫెల్లో; చీఫ్ ఇంజనీర్ ఎంక్విరీసిటీ (రిటైర్డ్),  
మెంబర్, సెంట్రల్ బోర్డ్ ఆఫ్ ఇరిగేషన్ & పవర్  
న్యూఢిల్లీ. (పు. 1150, 1157, 1163, 1172,  
1206, 1211, 1214.

115. డాక్టరు రావు, బి. జి. యన్

(డా॥ బి. జి. శ్రీనివాసరావు)

రీడర్ (బాలనీ), ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయము,  
వాల్తేరు (పు. 980)

116. ఆచార్య బి. యస్. రెడ్డి.

(ఓజల్ల సుందరరామ రెడ్డి)

జననం : 30-4-1928

మద్రాస్ యూనివర్సిటీ గ్రాడ్యుయేట్ జూబీయ  
అంతర్జాతీయ సెమినారులలో పెక్కింటి పాల్గొనిరి.  
70 పరిశోధన పత్రములను రెండు మోనో గ్రాఫు  
లను రచించెను. ఇండియన్ జర్నల్ ఆఫ్ జెనెటిక్స్  
సంపాదకుడు.

హెడ్ ఆఫ్ డిపార్ట్‌మెంటు, (జెనెటిక్స్), కాలేజీ



ఆప్ సయిన్సెన్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ,  
హైదరాబాదు. (పు. 487, 488, 470, 478,  
484, 497)

117. శ్రీ రెడ్డి. వి. వి.

స్పెషల్ ఆఫీసర్, తెర్మిట్ ప్రాజెక్ట్స్; విద్యుత్  
సౌధ, హైదరాబాదు (పు. 1.68)

118. డా॥ లక్ష్మీనారాయణరావు,

నారపరాజు వెంకట రాఘవ

జననం : 28-1-1934

బి. యస్సి. (ఇంజనీరింగు); యం. ఇ., పిహెచ్. డి. సివిల్ ఇంజనీరింగు ప్రొఫెసర్, సాయిల్ మెకానిక్స్ సెక్షన్, ఇంజనీరింగు కాలేజీ, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు.

119. ఆచార్య లక్ష్మీనారాయణ, యన్.

జననం 15-12-19:8

బి. యస్సి. డి. యం. ఐ. టి.

మాస్కోల ని ఎంక్రికల్ కమ్యూనికేషన్ ఇన్ స్టిట్యూట్ న డిజిటల్ డేటా ట్రాన్స్మిషన్ సెక్షన్ లో పని చేసిరి. డెలిగ్రాఫ్, డెలిపోని, కేబల్-అనువాదితై విరు రచించిన వ్యాసములు తెలుగు విజ్ఞాన సర్వస్వమున ప్రచురితములు (పు. 1229)

120. శ్రీ లక్ష్మీపతి, హరి

జననం : 15-7-1931

యం. యస్సి.,

ప్రిన్సిపాల్, న్యూసైన్స్ కాలేజీ, అమర్ పేట. హైదరాబాదు వీరు తెలుగున రచించిన వైజ్ఞానిక వ్యాసములు సంగ్రహంధ్ర విజ్ఞాన కోశమునను కృష్ణా పత్రికయందును ప్రచురితాలు. అల్ట్రాసోనిక్స్ పై పరిశోధనలు చేసిరి. 18-10-77న మరణించిరి. (పు. 1, 148, 156, 171, 801.)

121. డా॥ వనజ అయ్యంగార్

ప్రిన్సిపాల్, విమెన్స్ కాలేజీ; ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు (పు. 86)

122. డా॥ వరప్రసాద్ సి. యం.

జనం : 8-1-1938

బి. ఇ., యం. డెక్, పిహెచ్. డి.

అసిస్టెంట్ ప్రొఫెసర్ (మెకానికల్), రిజిస్టర్ ఇంజనీరింగ్ కాలేజీ, వరంగల్ (పు. 118)

123. శ్రీవర్మ, నడింపల్లి జగన్మోహన  
రాయ

జననం : 4-2-1946

యం. యస్సి. డెక్; హిందీలో డిప్లొమా, సంస్కృతంలో పోస్ట్ గ్రాడ్యుయేట్ డిప్లొమా. లెక్చరర్, డిపార్ట్మెంట్ ఆఫ్ జియాలజీ & జాగ్రఫీ, డి. యన్. ఆర్. కాలేజీ, భీమవరం (ప. గోదావరి). (పు. 826)

124. డా॥ విక్రమరెడ్డి యం.

జననం : 11-7-1941

బి. వి. యస్సి., యం. వి. యస్సి.

ఇన్ స్ట్రక్టర్, డిపార్ట్మెంట్ ఆఫ్ పేటాంటీ, వెటెరినరీ & లెజి రాజేంద్రనగర్, హైదరాబాదు. (పు. 708)

125. డా॥ విజయం, బన్యన్ ఎడ్యుండ్

జననం 20-11-1933

యం. యస్సి., పిహెచ్. డి.,

రీడర్, జియాలజీ డిపార్ట్మెంట్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ హైదరాబాదు, వీరిచే బి. యస్సికిని, ఇంజనీరింగ్ డిగ్రీ డిగ్రీ కును తెలుగున జియాలజీ పాఠ్య గ్రంథములను రచింపజేసి, తెలుగు అకాడమీ ప్రచురించెను., ఇండియన్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్స్

సైన్సుకు కార్యదర్శి, నిర్వాహక సంపాదకుడు.  
(పు 844)

126. డా॥ విజయరాఘవ, మెహమాల

జననం : 10-10-98

య. యస్సి. (జియాలజీ), పి.హెచ్. డి.  
(జియోఫిజిక్స్), సెంటర్ ఆఫ్ ఏక్స్ప్లొరేషన్  
జియోఫిజిక్స్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ ప్రైద  
రాబాదు, భూకంప పూర్వావేక్షణ విషయమున  
పరిశోధనను నిర్వహించుచున్నారు (పు. 884,  
928)

127, విరల్, డి. వి.

జననం : 4-9-1935

బి. ఇ. (మద్రాస్), యం. యన్. (కార్నేల్)  
కంప్యూటర్ సొసైటీ ఆఫ్ ఇండియాలోను,  
ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఎలిక్ట్రీకల్ & ఎలెక్ట్రానిక్స్  
ఇంజనీర్స్లోను సభ్యులు. (పు. 1251)

128. డా॥ విరల్ రావు, యన్

రిజిస్ట్రార్, అగ్రికల్చరల్ యూనివర్సిటీ,  
రాజేంద్రనగర్, ప్రైదరాబాదు. (పు. 734)

129. డా॥ విశ్వనాథం, చింతలపల్లి  
పెంచలి

జననం : 15-1-1935

యం. బి.బి. ఎస్; యం. యస్ (ఎనాటమీ)  
పోస్టెనర్ (ఎనాటమీ), మెడికల్ కాలేజీ,  
కర్నూలు. (పు. 519)

130 డా॥ వెంకటరత్నం, మల్లిమడుగుల

జననం 6-7-1928

బి.వి; బి. ఇ. యం. టెక్; పి.హెచ్. డి.  
(కార్నేల్).

పోస్టెనర్ & హెడ్ ఆఫ్ డిపార్ట్మెంట్ (సివిల్  
ఇంజనీరింగ్), రెజిస్టర్ ఇంజనీరింగ్ కాలేజీ, వరం

గల్. వివిధ పత్రికలలోను, గోష్ఠులలోను వెలు  
వడిన చాదాపు 50 సాంకేతిక విషయిక పత్రముల  
రచనలో పాల్గొనిరి. (పు. 1081)

131. డా॥ వెంకటరమణరావు, కొమరగిరి

జననం : 3-2-1943

యం. యస్సి. (న్యూక్లియర్ ఫిజిక్స్)-ప్రథమ  
శ్రేణిలో ఉత్తమ స్థానం) పి.హెచ్.డి. (న్యూ  
క్లియర్ ఫిజిక్స్); హిందీలో గ్రాడ్యుయేట్  
డిప్లొమా; తొమ్మిది పరిశోధన వ్యాసములను  
రచించి ప్రచురించెను; శాస్త్ర సాంకేతిక వ్యాస  
ములు 35; రేడియోలో వైజ్ఞానిక విషయములపై  
ఉపన్యాసాలు 9. వీరు తెలుగున రచించిన  
'పరమాణు శక్తి-దాని ప్రయోజనాలు' అనునది  
తెలుగు ఆకాడమీ వారి వలన ఉత్తమ గ్రంథ  
బహుమతిని అందుకొనినది; ఆంగ్లమునను అణు  
శక్తిపై ఒక గ్రంథమును రచించిరి; డిపార్ట్మెంట్  
ఆఫ్ న్యూక్లియర్ ఫిజిక్స్, ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయం,  
వాల్తేరు. (పు. 148)

132. డా॥ వెంకటరామయ్య, కె,

జననం : 5-10-1928

య. యస్సి; పి. హెచ్. డి.

రైరెక్టరు, పోస్ట్ గ్రాడ్యుయేట్ సెంటర్, వరం  
గల్. చాదాపు 100 పరిశోధన పత్రములను, వివిధ  
భౌతిక శాస్త్రీయ విషయాలపై రచించి ప్రచు  
రించిరి.

133. శ్రీ వెంకటరావు, వసంతరావు

జననం : 21-2-1909

బి. ఎ; యం. ఏ: (ఫిజిక్స్)

విజయనగరంలోని మహారాజాస్ కాలేజీ ప్రిన్సి  
పాల్ గను, తెలుగు ఆకాడమీ ప్రైదరాబాదు లో  
రిసర్చి ఆఫీసర్ (ఫిజిక్సు) గను పనిచేసిరి. వైజ్ఞా  
నిక విషయములను తెలుగున వివరించు సంకల్ప  
ముతో 25 గ్రంథములను రచించిరి. తెలుగు భాషా

సమితి ప్రకటించిన తెలుగు విజ్ఞాన సర్వసమున భౌతిక-రసాయనిక శాస్త్ర సంపుటమున సంపాదక వర్గ సభ్యులు. (పు. 86, 168)

134. శ్రీ వెంకటరెడ్డి చోళసముద్రం  
గురప్పగారి

జననం : 23-1-1937

బి. యన్. సి. (అగ్రి)

రిసర్చి ఆఫీసర్, డిపార్ట్మెంట్ ఆఫ్ అగ్రి కల్చరల్ ఎకనమిక్స్, అగ్రికల్చరల్ యూని వరి టీ, రాజేంద్రనగర్ (హైదరాబాద్).

135. శ్రీ వెంకట లక్ష్మణరావు, మల్లాది

మెటరియాలజీ డిపార్టుమెంటు, ఆంధ్ర నిశ్వ విద్యాలయము, వాలేరు (పు. 877)

136. అచార్య వెంకటాచారి. ఎ.

ప్రొఫెసర్ (ఎగ్రోనమీ), అగ్రికల్చరల్ యూని వర్సిటీ రాజేంద్రనగర్, హైదరాబాద్ (పు. 74)

137. శ్రీ వెంకటేశ్వర్ శ్రీంగం

జననం : 6-8-1949

బి. టెక్; యం. టెక్, (కెమికల్ ఇంజనీరింగ్)

రిసర్చి స్కాలర్, యూనివర్సిటీ కాలేజి ఆఫ్ టెక్నాలజీ, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరా బాద్. ఇండియన్ ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీ ఇంజనీర్స్ లో గ్రాడ్యుయేట్ సభ్యుడు (పు. 182)

138. శ్రీ వెంకటేశ్వరరావు. ఎ

ఇంజనీరు, ఎలిక్ ట్రిసిటీ బోర్డు, విద్యుత్ సౌధ, హైదరాబాద్ (పు. 1206, 1211)

139. డా॥ వెంకటేశ్వరరావు. (ఉరఫ్  
వేంకటేశ్వర్) పోకల

ఉపన్యాసకుడు, డిపార్ట్మెంట్ ఆఫ్ జాలజీ, శ్రీ వేంకటేశ్వర యూనివర్సిటీ, తిరుపతి. భారత

ప్రభుత్వ ప్రజాశాసక సభ అనుసరించి యూనివర్సిటీ స్థాయి గ్రంథములను భారత భాషలలో వెలువ వరించు కృషిలో పాల్గొని ఇంటర్మీడియేట్ బి.

యస్సి విద్యార్థులకు తెలుగున పాఠ్య గ్రంథము లను రచించి (పు. 88, 288, 312, 397, 410 418, 482)

140 శ్రీ వెంకటేశ్వరరావు. మల్లెల

జననం : 16-11-1938

యం టెక్ (కెమి ఇంజనీరింగ్); ఎ. యం. ఐ. ఐ. సియచ్. ఇ; రిసర్చి పో (సి యస్. ఐ. ఆర్ 1964-66) పు 1285

141. డా॥ వెంకటేశ్వరరావు, యన్.

జననం : 17-3-1914

యం బి బి యస్: య.. డి.

సంగ్రహ విజ్ఞాన కోశమున వైద్యశాస్త్ర విభా గపు సంపాదకులు; ఆంధ్ర ప్రదేశ్ అకాడమి ఆఫ్ సైన్సెస్ లోను ఇంటర్నేషనల్ కాలేజి ఆఫ్ అంజి యాలజీలోను వెల్లో పదవులను ఆర్జించిరి ఉస్మా నియా మెడికల్ కాలేజీలో ఆచారీ హౌసెస్ ఆఫ్ మెడిసిన్ (1950-1960) (పు 827)

142. డా॥ వెంకటేశ్వర్లు గుంటుపల్లి

జననం : 2-9-1942

యం యస్; పి హెచ్ డి. (బయో కెమిస్ట్రీ) లెక్చరర్ (బయోకె స్ట్రీ), ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ హైదరాబాద్. (పు. 293)

143. శ్రీ వెంకయ్య, డి.

జననము : 1-7-1927

బి. వి. యస్సి; పి. జి. యం. యస్సి, (డబ్లీవ్ సెక్స్)

ప్రొఫెసర్ & హెడ్ ఆఫ్ డిపార్టుమెంట్ (డబ్లీవ్ సైన్సు), కాలేజి ఆఫ్ వెటెనరీ సైన్సు. అగ్రికల్చరల్ యూనివర్సిటీ రాజేంద్రనగర్ హైదరాబాద్. (పు. 771)

144. డా॥ వేణుగోపాల్ బి.

జననం : 1-1 1931

యం. ఏ; బి ఇడి; పిపాచ్ డి

రీడర్ (జాగ్రఫీ శ్రీ వేదకర్తర యూనివర్సిటీ, ఉరుపతి (పు. 789)

145. డా॥ వేణుగోపాల్ విరించిపురం రామనాథన్

జననం : 18 1928

యం. ఏ (మద్రాసు; యం ఏ (కాలిఫోర్నియా) పిపాచ్. డి. (బిడిష్ కాల బియా); యఫ్ ఆర్ ఎ ఎన్ (లండన్), సైంటిస్ట్, రేడియో ఆస్ట్రోనమీ సెంటర్ తాతా ఇన్స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఫడమెంటల్ రిసర్చ్ ఉదకమండలం. అంతర్జాతీయ ఆస్ట్రోగమికల్ యూనియన్లోను ఆస్ట్రోగమికల్ సొసైటీ ఆఫ్ ఇండియాలోను సభ్యుడు 1962 మొదలుగ 97 వరకు యం. ఎన్ ఎ బిడిష్ కాల బియా; కె డా లోని కొన్ని విశ్వవిద్యాలయములలో ఖగోళ శాస్త్రీయ శాఖలలో ఉన్నత పరిశోధక పదవులను నిర్వహించిరి. (పు. 1157)

146. డా॥ వైర్యనాథన్ రాజగోపాల

జననం : 21-9 1931

ఆంధ్ర యూనివర్సిటీ జియాలజీ డిపార్టుమెంట్ లో 20 ఏండ్లును, జాగ్రఫీ డిపార్టుమెంట్ లో 8 ఏండ్లును పనిచేసిరి యం. ఎన్ ఎ లో జియోమార్పాలజీ మొ వానియందు ప్రత్యేక శిక్షణను పొందిరి; భారత పక్షిణశాఖ వారికి చెందిన పరిశోధక శాఖ క్లులో యం జి సి వారి ప్రాజెక్టు లోను పాల్గొనిరి (పు. 788, 817)

147. డాక్టర్ వ్యాస నారాయణమూర్తి

అస్టిస్టెంట్ పొఫెసర్ యూరాలజీ యూనిట్, ఉస్మానియా ఆసుపత్రి, హైదరాబాదు (పు. 87)

148. శ్రీ శర్మ, కందుల వరాహ

నరసింహ

జననం : 2-5 1940

బి ఇ; యం, టెక్; పిపాచ్. డి.

ఉపాధ్యాయ వృత్తి; రచనా వ్యాసంగం (పు. 1099)

149. డా॥ శర్మ, జి. పి.

జననం : 1-7 1939

బి ఎ యస్సి ఎ పాచ్.

ఇన్స్ట్రక్టర్ ఆనిమల్ రిపోడక్షన్, వెడెరినరీ కాలేజీ, రాజేంద్రనగర్, హైదరాబాదు (పు. 881)

150. ఆచార్య శర్మ, ముక్కా-మల

బాలకృష్ణ

జననం : 15-9-1932

యం. యస్సి; పిపాచ్ డి.

ఉస్మానియా యూనివర్సిటీలో ఖగోళ శాస్త్రీయాచార్యులు. (పు. 995, 1088)

151. డా॥ శర్మ, వై. సుబ్రహ్మణ్య

జననం : జూలై, 1933

యం యస్సి (జియోఫిజిక్స్)

సైంటిస్టు, నేషనల్ జియోఫిజికల్ రిసర్చ్ ఇన్స్టిట్యూట్, హైదరాబాదు (పు. 898)

152. డా॥ శాస్త్రి కె. శంకర

జననం : 20-10-1933

యం. యస్సి; పి.పాచ్. డి (ఆస్ట్రోనమీ) లెక్చరర్ (ఆస్ట్రోనమీ) (పు. 999 1008)

153. డా॥ శివరామకృష్ణ, గంగరాజు

జననం : 17-7-1926

బి. యస్సి; యం బి & బి. యన్. (మద్రాసు); యం. యన్. (జన. సర్జరీ); యం. సిపాచ్. (ప్లాస్టిక్ శర్మరీ.)

నాగపూరులో, చెవిలోని విషమవృద్ధిని గురించి పరిశోధన చేసిరి. ఆంధ్ర దేశమున ప్లాస్టిక్ సర్జరీ వృత్తి సంస్థను నెలకొల్పిన ప్రథమ చికిత్సకులు పేరు (పు. 589)

154. డాక్టర్|| శివరామయ్య, డి.

రీడర్, టెక్నాలజీ డిపార్టుమెంట్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు. (పు. 1274).

195. డా|| శివరామ శాస్త్రి, కె.

(పు. 281)

156. శ్రీ శివరామశాస్త్రి, వి. వి.

రీడరు (గణితశాస్త్ర విభాగము). శ్రీ వెంకటేశ్వర విశ్వ విద్యాలయము, తిరుపతి. (పు. 281)

157. శ్రీ శేషగిరిరావు, చీమకుర్తి

రామనగర్, హైదరాబాదు (ఆంగ్ల వ్యాసమును అనువదించిరి).

158. డా|| శ్రీరామదాసు, ఎ.

జననం : 2-10-1925

యం. యస్సి; ఎ. యం; పిహెచ్. డి.

హెడ్ ఆఫ్ ది డిపార్టుమెంట్ (జియాలజీ), ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయము, వాల్తేరు (పు. 858)

159. డా|| శేషగిరిరావు, టి

జననం ; 2-7-1928

యం. యస్సి; (ఆంధ్ర); పిహెచ్. డి. (ఉస్మానియా).

ఉపన్యాసకుడు, ఫిజిక్స్ డిపార్టుమెంట్; ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయము, హైదరాబాదు.

160. డా|| శేషగిరిరావు, తాడిమళ్ళ రామ

జననం : 7-5-1916

యం. బి. బి. యస్; డి. యం. ఆర్; డి ఏ. బి ఆర్ (టి) యం. ఏ. సి. ఆర్ (యు ఎస్ ఎ.) హైదరాబాదు ఉస్మానియా మెడికల్ కాలేజీలో రేడియాలజీ ఆచార్యులుగను. యం. యన్. జె. కేన్సర్ హాస్పిటల్ సూపరింటెండెంట్ గను పని చేసిరి. విశాఖ కమేరాల్ క్లబ్ మొదలగు పెక్కు

లలిత కళావిషయిక సంఘములను నెలకొల్పిరి. భారత దేశీయ వైద్యశాస్త్ర విషయ సంఘములో పెక్కింటి సభ్యులు. (పు. 888)

161. శ్రీధర్, దామోదర

జననం : 29-6-1955

బి. యస్ సి. (ఆంగ్లరచనలను అనువదించిరి)

162. డా|| శ్రీనివాస్, తిమ్మా వర్ణుల

జననం : 13-8-1929

బి. యస్ సి; యం. డి.

ప్రొఫెసర్, గవర్నమెంట్ మెడికల్ కాలేజీ, కాకినాడ యం. ఎస్. ఎలో లాక్టాలజీపై పరిశోధనలను సాగించిరి. (పు. 580)

163. శ్రీ శ్రీనివాసన్, వంగిపురం

జననం : 26-4-1941

యం. ఏ; యం. యస్సి; పిహెచ్. డి.

లెక్చరర్, గణిత శాస్త్ర విభాగము, శ్రీ. వెం. యూనివర్సిటీ, తిరుపతి. (పు. 42)

164. డా|| శ్రీనివాసరావు, జె. వి.

జననం : 15-8-1941

యం. యస్సి. (బాటనీ); పిహెచ్. డి. (ప్లాంట్ ఫిజియాలజీ). జర్మన్ భాషలో డిప్లోమా.

రీడర్ (బాటనీ), శ్రీ. వెం. యూనివర్సిటీ తిరుపతి / పు. 858, 860, 878, 878, 884, 421, 425)

165. శ్రీ శ్రీరామమూర్తి, కాకర్ల

జననం : 20 2 1943

యు యం. యస్సి; పిహెచ్. డి; సంస్కృతమున డిప్లోమా; రష్యన్ భాషలో డిప్లోమా

ఉపన్యాసకులు, పరమాణు కేంద్రక భౌతిక శాస్త్ర విభాగం, ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయము, వాల్తేరు; భాభా పరమాణు పరిశోధనా కేంద్రంలో పరిశోధనలను నిర్వహించిరి. (పు. 988)

166. శ్రీ శ్రీరామమూర్తి, వేమరాజు

జననం : 4-12-1927

జీ. యం. వి.సి; బి. వి. యస్సి; పి. జి. డి.  
యన్ & డబ్ల్యు; (ఐ. సి. ఎ. ఆర్)

ముఖ్య శాస్త్రజ్ఞుడు, గొట్టెల పరిశోధన కేంద్రం,  
కావలి. నెల్లా జిల్లా మదరాసు ప్రభుత్వమునకు  
ఆంధ్ర ప్రదేశ్ ప్రభుత్వమును గొట్టెల మేం  
పెంపకం విషయమై పెక్కు పదవులను నిర్వహించి (పు. 81, 88)

167. డా॥ శ్రీరాములు, తంగిరాల

జననం : 1-11-25

యం. యస్సి; పి. హెచ్. డి.

1947 లో డిమాన్డ్స్టేషనుగా తొలి ఉద్యోగ  
మున చేరి కమ్యూగ 197 లో ఆంధ్ర యూని  
వర్సిటీలో బాలని యందు ప్రొఫెసర్ గను, గణాధి  
పతిగను నియమితులై బ్యాచిని అర్జించిరి. ఎల్  
బయల్ టీలో అసమానంగా పేరొందెను. ఏడు  
9-1-74 న పరమపదించిరి (పు. 77)

168. శ్రీ సందాని, యన్. జి.

లెక్చరర్, కాలేజీ ఆఫ్ డెక్నాలజీ ఉస్మానియా  
విశ్వవిద్యాలయము తిరుపతి (పు. 1288).

169 డా॥ సంజీవరావు, కె.

జననం : 1927 న సంవత్సరం

యం. బి; బి. యస్; యం. యన్.

ప్రొఫెసర్ (ఎనాలజీ) గ తొలిత పనిచేసి  
1976 లో ఆంధ్ర మెడికల్ కాలేజీ పి. హెచ్. డి.  
పదవిని పొందిరి. (పు. 610)

170. డా॥ సత్యనారాయణ మూర్తి ఎ.

రీడరు (భౌతిక శాస్త్రము), నిజామ్ కాలేజీ,  
హైదరాబాదు (పు. 2, 128).

171. డా॥ సత్యనారాయణ, సి. హెచ్.

జననము : 1934 నం

బి. వి. యస్సి; యం. యన్. సి.

అసిస్టెంట్ ప్రొఫెసర్ (ఎక్స్ ప్రిమెంట్) : రెండు  
సరి కాలేజీ రాజేంద్రనగర్ (హైదరాబాదు)  
(పు. 718)

172. ఆచార్య సీతారామ్, కందుల

జననము : 30-4-1931

యం. ఏ (మద్రాసు); ఎ ఎమ్; పి. హెచ్. డి.  
(డాక్టర్ యు ఎన్ ఎ)

అధ్యక్షుడు, గణిత శాస్త్ర విభాగము శ్రీ వెం  
కటేశ్వర విశ్వవిద్యాలయము, తిరుపతి (పు. 52)

173. డా॥ సన్యాల్, నేత్ర వల్లభ్

జననము : 12-12-3 :

యం. యస్సి; (పిజిక్స్); పి. హెచ్. డి.  
(ఆస్ట్రోనమీ)

రీడర్ అసోసియేట్ ఆస్ట్రోనమర్. ఉస్మానియా  
యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు ఆస్ట్రోనమిల్  
సొసైటీ ఆఫ్ ఇండియాకు కోశాధికారి (పు. 1045,  
1046)

174. ఆచార్య సిద్ధాంతి, మురళీధర

జననం : 28-7-1932

యం. యస్సి. (ఉస్మానియా)

ప్రొఫెసర్, కెమిస్ట్రీ డిపార్ట్ మెంట్, ఉస్మా  
నియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు. యన్. సి. ఇ  
ఆర్. డి. అధ్యర్థ్యపమునను. తెలుగు అకాడమీ  
పోల్సాహమునను, బి. యన్. సి, ఇంటర్ మీడి  
యేటులకై పెక్కు వైజ్ఞానిక పాఠ్య గ్రంథములను  
రచించిరి (పు. 216, 219, 327)

175. ఆచార్య సిద్దేశ్వర్, యన్.

జననం : 6-1-1923

బి. ఇ. ఆనర్స్; యం. యన్. మెకా.  
ఇంజ (యు ఎన్ ఎ); మెం. ఎన్. యం ఇ;  
ఎఫ్. ఐ. ఇ. (ఇండియా); మెం. సి. ఐ, 28  
ఏండ్లలో నానుభవము కలదు; యునెస్కోచే  
పంపబడి యు ఎన్ ఎ లో విద్యా సంస్థలకు పరి  
శ్రమల మధ్యగల సంబంధములను అధ్యయనము  
చేసెను (పు. 1119, 1125)

176. డాక్టరు॥ సుందర రామరావు, బి.

హెడ్ ఆఫ్ డి. డిపార్ట్మెంటు (జియోఫిజిక్స్),  
ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయము, వాల్తేరు (పు. 917)

177. డా॥ సీతారామయ్య, గుండుగుర్తి  
వెంకట

జననం : 31-3-1933

యం. బి. బి. యస్; యం. డి.

ప్రొఫెసర్ & హెడ్ ఆఫ్ డిపార్ట్మెంట్.  
శ్రీ వేం. యూనివర్సిటీ, తిరుపతి. వివిధ యూని  
వర్సిటీలలో నైర్దేశాత్మ పరీక్షకుడు (పు. 534)

178. డా॥ సీతారామయ్య, సోమంచి

జననం : 19-10-1932

యం. యస్సి. (ఆంధ్ర); యం. యస్సి.  
(మేకగిరి); పిహెచ్.డి. (ఉస్మానియా) రీసర్  
(జియాలజీ), జియోఫిజిక్స్ ఎక్స్ ప్లొరేషన్  
సెంటరు, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు  
(పు. 880)

179. శ్రీ సుందర్ రాజ్, టి. వి.

జననం : 3-1-1937

బి. ఇ. (సివిల్); యం. ఇ. (హైడ్రాలిక్స్)  
రెక్టరర్, సివిల్ ఇంజనీరింగ్ డిపార్ట్మెంట్  
ఇంజనీరింగ్ కాలేజి, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ  
హైదరాబాదు. (పు. 1130)

180. ఆచార్య సుబ్రహ్మణ్యం, గంటి

ప్రిన్సిపాల్, నాగార్జున పాగర్ ఇంజనీరింగ్  
కాలేజి, హైదరాబాదు (పు. 1278)

181. డా॥ సుదర్శనరావు పంత్,

పెమ్మరాజు

జననం : 25-7-1929

బి. యస్.సి. (మొదటి క్లాసులో మొదటి వాడుగ  
ఫిజిక్స్-గోల్డ్ మెడలిస్టు) యం. యస్సి. (మీడియ

రాలజీ & టీషియానోగ్రఫీ మొదటి  
పిహెచ్.డి. (న్యూయార్క్) రైరెక్టర్,  
హెమిస్ఫియర్ యనాలిసిస్ సెంటర్. ఆ  
న్యూఢిల్లీ; వీరు రచించిన ఒక విజ్ఞాన  
గ్రంథమును డబ్ల్యు.యం.వో సంస్థవాచు ము  
లలో ఆనువదింప జేసి ప్రచురించిరి. ఆం  
సెన్సు ఆకాడమీ సభ్యులు (పు. 957)

182. డా॥ సుబ్బరాయుడు, దూది

జననం : 5-7-1928

బి. వి. యస్సి (మదరాసు); యం  
(పొల్ ట్రీ - కాన్సాన్).

సినియర్ సయింటిస్ట్, ఎ ఐ సి  
(పొల్ ట్రీ ఫర్ ఎగ్స్), రాజేంద్రనగర్,  
బాదు (పు 774)

183. డా॥ సుబ్బరావు, ముళ్లపూ

జననం : 1-3-1930

యం. యస్సి; డి. యస్సి.

మైక్రో పాలియన్టాలజీ, మెరైన్  
ంలో ప్రత్యేక కృషి చేసిరి. (పు 84)

184. ఆచార్య సుబ్బరావు, వేము

జననం. 15-7-1934

బి. ఇ. (మెకానికల్); యం. ఇ.  
డిజైన్).

ప్రొఫెసర్, (మెషిన్ డిజైన్).

ప్రొఫెసర్, (మెరైన్ ఇంజనీరింగ్),  
కాలేజి ఆఫ్ ఇంజనీరింగ్, వాల్తేరు. (పు

185. డా॥ సుబ్బరావు, వి. వి,

సూపరింటెండెంట్, యం. యన్. జె  
ఆసుపత్రి, హైదరాబాదు (పు. 634).

186. డా॥ సుబ్రహ్మణ్యం, పి.

జననం : 19-10-1940

యం. యస్సి. (అస్థానమీ)

లెక్చరర్, డిపార్ట్మెంట్ ఆఫ్ ఆస్ట్రోనమీ, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ. హైదరాబాదు (పు. 1014, 1027)

187. డా॥ సుబ్రహ్మణ్యం, బి.

రీడర్ (కెమిస్ట్రీ), ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయము, హైదరాబాదు (పు. 81, 232, 238)

188. డా॥ సుబ్రహ్మణ్యం, భట్టారం  
విశ్వేశ్వర

జననం : 1-10-1946

యం. బి. బి. యన్. (ఫార్మిక్ మెడిసిన్ - ఉస్మా.) డి. సి. యర్. (ఉస్మా.); ఎ. ఎ. యచ్. యన్. రీడర్, ఫార్మిక్ మెడిసిన్, మెడికల్ కాలేజి, బెనారస్ హిందూ యూనివర్సిటీ వారణాసి. (పు. 613)

189. ఆచార్య సుబ్రహ్మణ్యం,

వారణాసి పార్వతీ

జననం ; 11 3-1925

యం. యస్సి; యం. ఏ. (జాన్ హాప్ కిన్స్); డి యస్సి.

ప్రొఫెసర్ & హెడ్ ఆఫ్ డిపార్ట్మెంటు (మెటియోరాలజీ & ఓషియానోగ్రఫీ), ఆంధ్ర యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు. 80 పైగా పరిశోధక పత్రములను ప్రచురించిరి. (పు. 613, 985)

190. డా॥ సుబ్రహ్మణ్యం, సరస్వతుల  
వేంకట

జననం : 1-5-1929

యం. యసి: ఏ. హెచ్. డి.

పోస్టు గ్రాడ్యుయేట్ విద్యార్థుల బోధనలో 20 ఏండ్ల అనుభవము కలదు. రిసర్చి అనుభవం. 5 ఏండ్లు. వివిధ వెళ్లగిక విషయములపై తెలుగున 10 సులభతైలి గ్రంథములను రచించిరి, తెలుగు ఆకాడమీ వారు బి. యస్సి. స్థాయికై

ప్రచురించిన నాలుగు పాఠ్య గ్రంథాలకు సంపాదకులు. (పు. 124, 175, 185, 191)

191. డా॥ సుబ్రహ్మణ్య శాస్త్రి.

వారణాసి వేంకటేశ్వర

జననం : 1-12 37

యం. ఏ; యం. యస్సి; ఏ. హెచ్. డి. స-భా; వాదము)

రీడర్, శ్రీ వెం. యూనివర్సిటీ. తిరుపతి, ఆల్బర్టా (కెనడా) విశ్వవిద్యాలయమున 5 నెలలు శాస్త్రీయ పరిశోధన నిర్వహించిరి; సుమారు 15 పరిశోధన పత్రాలను ప్రచురించిరి. (పు- 78, 840)

192. డా॥ సుభద్రాదేవి, నాగల

జననం : 19-2. 1920

యం. డి. మద్రాస్; యచ్ ఆర్. సి. బి. (లండన్) ఎచ్. ఎ. సి. యన్. (యు ఎన్ ఎ) డి. సి హెచ్. (ఇంగ్లాండ్) డి. ఆబ్స్. ఆర్ సి ఓ జి. (లండన్)

అసిస్టింటు ప్రొఫెసర్ గను, తదనంతరమున ప్రొఫెసరుగను, ఆంధ్ర, మద్రాస్ లో వివిధ వైద్య కళాశాలలకు 30 సంవత్సరములు పని చేసిరి. మద్రాస్ యూనివర్సిటీలో యం బి. బి ఎన్. కోర్సు పరీక్షలో ఉత్తమ స్థాయిని ఆర్జించి సువర్ణ పతకమును గ్రహించిరి. పు 804)

193. డా॥ శ్రీమతి సుభద్రాదేవి, వి.

డిపార్ట్మెంట్ ఆఫ్ స్టేటిస్టిక్స్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు (పు. 97, 112, 120)

194. ఆచార్య కె. ఎన్. సూర్య

నారాయణ

ప్రిన్సిపాల్, అగ్రికల్చరల్ కాలేజీ, రాజేంద్ర నగర్, హైదరాబాదు. (పు 730, 732, 767, 782)



195. డా॥ సూర్య నారాయణ, కారంచేటి

జననం : 14-4-1919

యం. డి; యం ఏ. యం. యన్; యఫ్. ఐ.  
సి. ఎ. (యు. ఎస్. ఎ)

ఎమెరిటన్ పొఫెసర్ (మెడిసిన్), ఉస్మా  
నియా మెడికల్ కాలేజీ ప్రాధరాబాదు (పు. 501)

196. డా॥ సూర్యనారాయణ,

యనమండ్ర సత్య

జననం : 12-12-1927

బి. యస్సి; యం బి. బి. యన్; యం. యన్.

సర్టికల్ రిజిస్ట్రారు, గాంధీ మెడికల్ కాలేజీ  
హస్పిటల్, ప్రాధరాబాదు (పు. 501)

197. శ్రీ సూర్య నారాయణమూర్తి,

యత్రా ప్రగడ

జననం : 5-3-34

యం. యస్సి. (ఆంధ్ర)

హెడ్ ఆఫ్ డిపార్ట్ మెంట్ (కెమిస్ట్రీ), నూ నైన్స్  
కాలేజీ, నారాయణ గూడ. ప్రాధరాబాదు (పు. 33)

198 శ్రీ సూర్యప్రకాశరావు, పి. వి.

జననం : 21-1-21

బి. యస్సి. (అగ్రి); డి. ఐ. ఐ. యఫ్. డి; పి.  
జి (యన్. యన్. డబ్ల్యు)

ప్రాజెక్ట్ ఆఫీసర్ (ఆగ్రి బేస్డ్ & ఫుడ్  
ప్రొసెసింగ్ ఇండస్ట్రీస్), ఎ. పి. ఇండస్ట్రీయల్  
డెవలప్ మెంట్ కార్పొరేషన్ లిమిటెడ్, ప్రాధరా  
బాదు (పు. 777)

199. డా॥ సోమయాజులు, గొల్ల కోట

జననం : 21-5-1929

యం. ఏ. (గణితం-ఉస్మానియా); యం. ఏ.  
(స్టాటిస్టిక్స్, కేలిబ్రేషన్ మా), పి హెచ్. డి. (ఐస్సెన్)  
(పు. 108)

200. సోమయాజులు, ఎ. యు. ఆర్.

జననం : 26-11-1933

బి. ఇ. (ఆన్స్); యం డెక్ (బర్లహర్).

ఆసిస్టెంట్ ప్రొఫెసర్ (సివిల్ & జనీరింగ్),  
కాలేజీ; వరంగల్-4, ఆధ్యాప స్పెషిని చేపట్టక  
పూరమున ఆంధ్ర ప్రదేశ్ ప్రభుత్వం ప్రైవేట్  
డిపార్ట్ మెంట్ లో జూనియరు ఇంజీరుగ పని  
చేసిరి. (పు. 1097)

201. డా॥ స్వర్ణకుమారి

పొఫెసర్, (అనాటమీ), గాంధీ మెడికల్  
కాలేజీ, ప్రాధరాబాదు (529)

202. శ్రీ హనుమంతరావు, కల్లూరి

జననం : 20-9-1931

బి. యస్సి; యం. ఫార్మ్. (ఆంధ్ర)

రీడర్, (ఫార్మస్యూటికల్స్ & వైన్ కెమి  
కల్స్, యూనివర్సిటీ కాలేజీ ఆఫ్ డెక్నాలజీ,  
ప్రాధరాబాదు. (పు. 965)

203. డాక్టరు హరిబాబు

డిపార్ట్ మెంట్ ఆఫ్ ఫిజిక్స్, ఉస్మానియా  
యూనివర్సిటీ, ప్రాధరాబాదు. (పు. 200)

# విషయసూచిక

అధ్యాయము	పుట	అధ్యాయము	పుట
I విజ్ఞానశాస్త్ర నిర్వచనము		20. దెన్నరు కలనము	86
1. విజ్ఞాన దర్శనము	1	21. అర్థశాస్త్రముపై గణితశాస్త్ర ప్రభావము	98
2. విజ్ఞాన మనగానేమి	2	22. సాంఖ్యిక విజ్ఞానశాస్త్ర పరిచయము	97
3. విజ్ఞాన శాస్త్ర చరిత్ర	7	23. సంభావ్యతా తత్వము	99
4. 18-19 శతాబ్దాల మధ్య విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధి	11	24. సాంఖ్యిక శాస్త్ర పరిక్షలు	108
5. సమకాలీన విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధి	21	25. పతిరూప గ్రహణము	108
6. విజ్ఞానము వలన ఉపయోగము	23	26. రచనలు	112
7. మానవ దృక్పథముపై విజ్ఞానశాస్త్ర ప్రభావము	28	27. సాంఖ్యిక గుణ నియంత్రణ	115
8. విజ్ఞాన శాస్త్రపు హద్దులు	31	28. పరిక్రియా పరిశోధన	120
9. విజ్ఞానశాస్త్ర తత్వము - విద్యా రంగమున దానిపాత్ర	38	III భౌతిక శాస్త్రము	
10. విజ్ఞానశాస్త్ర భవిష్యత్తు - సైద్ధాంతిక సాంకేతిక అభివృద్ధి - సమీకరణ	38	29. పరిచయము	124
II గణిత శాస్త్రము		30. పరమాణు నిర్మాణము	226
11. తొలినుడి	42	31. విద్యుదయస్కాంత వర్తపద్ధిక	122
12. గణితశాస్త్ర పురోగమనములో కొన్ని ముఖ్య ఘట్టములు	42	32. లింగ కణ ద్వైధీభావము	136
13. గణిత శాస్త్రంలో గొప్ప పరిణామాలకు దారితీసిన-ఖాం విద్యార్థుల కర్తవ్యము - కొన్ని సమస్యలు	52	33. క్యాంటమ్ యాంత్రిక శాస్త్రము	138
14. లినితకళలు - గణిత ప్రభావము	58	34. సాపేక్షత	148
15. యూక్లిడియ, యూక్లిడియేతర జ్యామితులు	64	35. పరమాణు కేంద్రకము యొక్క రచన	148
16. గణిత తర్కము	68	36. పరమాణు శక్తి	152
17. సంఖ్యావాదము - కొన్ని ప్రసిద్ధ సమస్యలు	72	37. విశ్వ కిరణాలు	156
18. ఆధునిక ఖీజ గణితము	79	38. ప్రాథమిక కణాలు	159
19. పరివర్తన కలనగణితము	83	39. చేక్యానులు	168
		40. ద్రవ్యము - ప్రతిద్రవ్యము	171
		41. మేజరలు, లేజర్లు	175
		42. సూక్ష్మ తరంగాలు	179
		43. మైక్రో ఎలక్ట్రానిక్స్	185
		44. గడియారాలు	191
		45. అల్ప ఉష్ణోగ్రతా భౌతిక శాస్త్రము	197
		46. ఘన పదార్థముల విద్యుత్ వాహక తత్వము	200
		47. రాబార్ - సోనార్	208

## అధ్యాయము

పుట

## IV రసాయన శాస్త్రము

48. తొలిపలుకు	215
49. ఉపోద్ఘాతము - శాస్త్రీయ పద్ధతి	216
50. మూలకాలు - సంయోగ పదార్థాలు	129
51. లోహాలు - మిశ్రలోహాలు	227
52. గృహ నిర్మాణ వస్తువులు	231
54. ఎరువులు	238
54 నేల బొగ్గు, పెట్రోలియం	245
55 పాలిమర్లు	252
56. రంగు పదార్థాలు	257
57. ప్రేలుడు పదార్థాలు	266
58. ఆహార పదార్థాలు	270
59. ఔషధాలు	275

## V జీవ రసాయన శాస్త్రము

60. ఉపోద్ఘాతము	279
61. జీవప్రక్రియలు - నిర్మాణము, వ్యాపారము	281
62. జీవరసాయన శాస్త్రపు వినియోగము	293
63. జీవ భౌతిక శాస్త్రము	301

## VI జీవశాస్త్రము

64. జీవస్పష్టి	306
65. మొక్కలు - వాటి వైవిధ్యము	312
66. జంతు వైవిధ్యము	319
67. వైవిధ్యములో ఏకత ము	322
68. జీవ పరిణామానికి తోడ్పడిన ప్రాథమిక శక్తులు	325
69. స్పీసియేషన్	329
70. జీవ అవిచ్ఛిన్నత	332
71. క్రోమోజోములు : జీవనము	337
72. ఆనువంశిక యాంత్రికము	343

## అధ్యాయము

పుట

73 జీవకణములలో శ్రమ విభజన	351
74 జీవనము - శక్తి మార్పిడి	358
75 శక్తి నిల్వ	360.
76. మొక్కలు - నీరు	364
77. ద్రావితాం దీర్ఘ స్థానాంతరణము	369
78. మొక్కల పెరుగుదల	376
79. మొక్కల అభివృద్ధి నియంత్రణము	378
80. మొక్కలు పుష్పించే ప్రక్రియ	384
81. విసర్జనము	388
82 నాడి కల్పిత సమన్వయము	392
83 చలనము	397
84. జంతువులలో వార్ధక్య సంక్రమణము	400
85. వృక్ష వార్ధక్యము	408
86. మొక్కలు: పిండోత్పత్తి	409
87. కణజాల వర్ధనము	414
88. మిధా క్రియా మండలాలు - పిండోత్పత్తి	428
89. ఆవరణ వ్యవస్థలు	421
90. వృక్ష సంపదపై పరిసరాల, మనుష్యుల జోక్యము	425
91. జీవ వాతావరణ శాస్త్రము	427
92. పక్షుల చలనలు	432
93. సూక్ష్మ జీవుల జీవనము	435
94 సూక్ష్మ జీవులు: మానవులు	440
95. మొక్కల వ్యాధులు - నిర్మూలన చర్యలు	443
96. వుట్టాతో వచ్చే దోషాలు - వాటి వర్ణ కలిగే అస్వస్థత	447
97 వన్యమృగ సంరక్షణ	451
98 భారత దేశమున వృక్ష సంపద - సంరక్షణ	455
99. రోదసి జీవశాస్త్రము	457

అధ్యాయము	పుట
VII జన్మ శాస్త్రము	
100. పరిచయము	461
101. మెండెల్ సూత్రాలు	465
102. కణాలు - అనువంశికత	470
103. లైంగిక క్రోమోజోమ్లు - లింగ నిర్ణయము	476
104. లింగ సహంగ్నత	488
105. ఉత్పరివర్తనాలు	488
106. జన్మపు స్వభావము	494
107. జన్మశాస్త్రము - అనుప్రయోగాలు	497
VIII వైద్యశాస్త్రము	
108. ప్రథమ చికిత్స	501
109. అంగములు నిర్మాణము	505
110. ఉరః కుహరములోని అవయవాల అమరిక	510
111. మూత్ర జాలక శోషరస వాహికా మండలముల నిర్మాణములు	513
112. ఉదరము	519
113. పురె నిర్మాణము, దాని వ్యవచ్చేద విజ్ఞానం	528
114. కన్ను, చెవి, ముక్కు, గళము, పండ్లు	529
115. ఔషధ శాస్త్రము	534
116. పిల్లల వ్యాధులు	539
117. సాంస్థిక జాడ్యములు - పరాశ్ర యజాడ్యములు	544
118. మధుమేహాది వ్యాధులు	547
119. మూత్రము - తత్పరిణంధ వ్యాధులు	550
120. కాలేయ ప్రిహములు - తత్పరిణంధ వ్యాధులు	554
121. మానసిక వ్యాధి చికిత్స	560
122. గాయము మానుట లేక కుదుడుట	562

అధ్యాయము	పుట
113. మూత్రమునకు సంబంధించిన వ్యాధులు	568
124. కేంద్ర పరిధీయ నాడీ మండలపు వ్యాధులు	564
125. సామాన్య శాస్త్ర వైద్యము	564
126. శస్త్ర చికిత్సా ప్రాముఖ్యం ఉన్న శల్యరోగాలు	573
127. కన్ను - కంటి జబ్బులు -వాటి లక్షణాలు	580
128. చెవి, ముక్కు, గొంతు	584
129. రూపాంతర శస్త్రచికిత్స: అవయవ మార్పిడి	589
130. 'ఉదరరోగాలు - శస్త్ర చికిత్స	592
131. సుఖవ్యాధులు	597
132. గర్భదారణరీతి	599
133. శ్రీపుడు, జననావయవములు; పునరుత్పత్తి: జన్మ సంప్రాప్త వ్యాధులు	604
134. వైద్యశాస్త్ర చరిత్ర	609
135. మిత, అమిత కుషింభరత్నము - స్థూలాయము	618
136. సూక్ష్మ జీవశాస్త్రము-పరాశ్రయా జీవశాస్త్రము	619
137. అగదతంత్రము; భైషజ్యన్యాయ శాస్త్రము	625
138. రోదసి వైద్య శ్రుతి	627
139. కేన్సర్ వ్యాధికి రేడియో చికిత్స - రాసాయనిక చికిత్స	632
140. కేన్సరుకు రోగనిదానము - శాస్త్ర చికిత్స	634
141. రేడియోలజీ పరికరాలు; ఎక్స్రేతో రోగ నిర్ధారణ, తదితర ప్రక్రియలు	638
142. వ్యక్తి త పరిశుభ్రత - పరి సరములు	642

అధ్యాయము	పుట
143. నాడీ విధానము - అందుకు సంబంధించిన వ్యాధులు	645
144. చర్మవ్యాధులు	651
145. నిర్వాహిక గ్రంథులు	655
146. హృత్కోశము (గుండెకాయ), రక్త వాహినులు	660

### IX పశువైద్యము

147. భారతదేశపు పశుజాతులు - వీని పోషణ	668
148. పశువ్యాధులు - వాటి నివారణ	674
149. పెంపుడు జంతువులలో శస్త్రచికిత్స	677
150. అవులు మరియు గేదెల అభివృద్ధికి కృత్రిమ సంవర్కముయొక్క వినియోగం	681
151. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో గొడ్డల పరిశ్రమ	684
152. గొడ్డల్లో పచ్చే రోగాలు - వాటి నిరోధకోపాయాలు	689
153. కోళ్ల పెంపకము	694
154. కోళ్లలోపచ్చు సామాన్య వ్యాధులు - నివారణ	698
154. మాంసము నిచ్చే జంతువుల పోషణ	700
156. పందుల పరిశ్రమ	708
157. బాతుల పెంపకము	707
158. పశువుల నుండి సంక్రమించు వ్యాధులు	711
159. పశువైద్య చరిత్ర	714
160. భారతదేశీయ పశువైద్య చరిత్ర	718
161. జంతు ఆకార నిర్మాణ శాస్త్రము	721

### X వ్యవసాయ శాస్త్రము

162. భారతదేశ వ్యవసాయాభివృద్ధి	
-------------------------------	--

అధ్యాయము	పుట
163. వ్యవసాయ ప్రగతి-ఆహారోత	
164. వ్యవసాయ పరిశోధన-నాడు-	
165. వ్యవసాయ విద్యావిస్తరణ	
166. పంటల ఉత్పత్తి	
167. తోట సాగు	
168. సాగుభూమి నిర్వహణ, నీటి సర్వీస్-యోగము	
169. సస్యరక్షణ-కీటక నివారణ	
170. సస్యరక్షణ - తెగుళ్ళు నివ	
171. వ్యవసాయ పనిముట్లు; యం	
172. వ్యవసాయ ఆర్థికములు	
173. సహకారము, పెట్టుబడి, వ్యాపారము	
174. పశుపోషణ	
175. కోళ్ళ పెంపకము	
176. ఆహారం - శరీర సంపుష్టి	
177. వ్యవసాయము - వ్యవసాయ పరిశ్రమలు	
178. వ్యవసాయ ఆర్థిక పురోభివ	

### XI భూగోళ శాస్త్రము

179. పీఠిక	
180. భూగోళము - వనరులు	
181. గ్రామీణ జనపదాలు	
182. ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రము	
183. నాగరక భూగోళ శాస్త్రము	
184. సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం	
185. మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రము	
186. భూస్వరూప శాస్త్రము	
187. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ భౌతిక భౌతిక పరిస్థితులు	
188. భారత దేశము - భౌతిక శాస్త్రము	

## అధ్యాయము

పుట

## XII ఖనిజ శాస్త్రము

189. ఆంధ్రప్రదేశ్ భూవిజ్ఞానము - ఖనిజ సంపద	880
190. ఖనిజములు-శిలలు	884
191. శిలాజములు	840
192. భౌమకాలమానము	844
193. భూమి అంతర్నిర్మాణము	847
194. భారత దేశంలోని శిలా విన్యాసాలు	850
195. భారతదేశపు నిర్మితి - విరూప కారము ఆంధ్ర ప్రదేశ్ స్వరూపము	853
196. భారతదేశ ఖనిజ సంపద	857
197. ఇంజనీరింగు భూవిజ్ఞానము	860
198. భూరసాయన శాస్త్రము	863
199. సముద్ర విజ్ఞాన శాస్త్రము	866
200. భూమి పరిణామము-పూర్వచరిత్ర	870
201. ఖనిజాన్వేషణ	872
202. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని భూజలాల పరిస్థితి	878

## XIII భూభౌతిక శాస్త్రం

203. పరిచయం	884
204. భూభౌతిక శాస్త్ర ప్రయోజనాలు	884
205. భూభౌతిక శాస్త్ర అధ్యయనానికి కోదనా రంగాల్లో మన రాష్ట్రప్రగతి	887
206. భూ పరిమాణ శాస్త్రం	891
207. భూ ఆయస్కాంతతత్వము	897
208. భూకంప లెఖినులు	902
209. భౌమోష్ణ ప్రవాహం-భౌమోష్ణ చరిత్ర	909
210. ఆయస్కాంత సర్వేక్షణలు	913
211. భూభౌతిక శాస్త్రంలో గురుత్వ పరిశోధనా పద్ధతి	917

## అధ్యాయము

పుట

212. విద్యుద్దాధార పద్ధతులు	921
213. విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులతో భూ భౌతిక అన్వేషణ	924
214. భూకంపన అన్వేషణ	928
215. భూ భౌతిక అన్వేషణలో కొన్ని గొణ పద్ధతులు	933
216. భూ భౌతిక అన్వేషణలో కొన్ని న్యూక్లియర్ ప్రక్రియానువర్తనాలు	936
217. సముద్ర భూ భౌతిక శాస్త్రము	939
218. వాయువాహ భూ భౌతిక సర్వేక్షణలు	943

## XIV వాతావరణ శాస్త్రము

219. భూమి క	946
220. తొలిపలుకు	950
221. శీతోష్ణస్థితి	954
222. వాతావరణంలో అణువులు	957
223. శీతోష్ణస్థితి తీరుతెన్నులు	960
224. జైలిక సాగర విజ్ఞానం	965
225. సముద్ర భౌతిక శాస్త్రము	970

## XV పరిసరాల కాలుష్య విజ్ఞానము

226. భూమి క	977
227. నేల కాలుష్యము	980
228. మానవ పరిసరాలు-వాయుకాలుష్యం	985
229. జలకాలుష్యము	990

## XVI ఖగోళ శాస్త్రము

230. పరిచయము	995
231. భూమి	999
232. చంద్రుడు	1006
233. సౌర కుటుంబము	1014
234. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణము	1027
235. నక్షత్రములు	1033
236. పాలవుంత	1045

అధ్యాయము	పుట
237. జ్యోతిర్విశ్వములు	1051
238. రేడియో ఖగోళ శాస్త్రము	1057
239. ఖగోళములోని శక్తివంత కిరణములు	1067
240. అనంత విశ్వము	1078
241. అంగారక గ్రహం	1077

## XVII సివిల్ ఇంజనీరింగ్

242. సివిల్ ఇంజనీరింగ్ సమీక్ష	1081
243. సర్వేయింగ్	1086
244. మృత్తికా విజ్ఞానము	1089
245. భవన నిర్మాణ శాస్త్రము	1091
246. నిర్మాణ సాంకేతిక శాస్త్రము	1093
247. వంతెనలు-నిర్మాణ విజ్ఞానము	1097
248. వినియోగ జ. తంత్రము-జల సంపద	1099
249. నీటి పారుదల	1103
250. సుచ నము - రవాణా	1107
251. ప్రజారోగ్య శాస్త్రము	1109
252. వాతావరణ కాలవ్యము	1112
253. భూకంపములు - ఇంజనీరింగ్ నిర్మాణములు	1115

## XVIII యంత్ర సాంకేతిక శాస్త్రము

254. ఉపోద్ఘాతము	1119
255. శక్తి ఉత్పాదన	1120
256. బాయిలర్లు-బాష్ప ఉత్పాదన	1125
257. టర్బైన్ యంత్రములు	1130
258. ఆటో మొటోర్ ఇంజనీరింగ్	1138
259. వర్క్ షాప్ యంత్రములు	1138
260. పారిశ్రామికశాస్త్ర పద్ధతులు	1148

## XIX విద్యుత్ సాంకేతిక విజ్ఞానము

261. విషయ పరిచయము	1107
-------------------	------

అధ్యాయము	పుట
262. విద్యుదుత్పాదన	1150
263. విద్యుజ్జనక పద్ధతులు	1153
264. జలవిద్యుదుత్పాదన	1157
265. ఉష్ణవిద్యుదుత్పాదన	1163
266. తేంద్రక విద్యుదుత్పాదన	1172
267. విద్యుత్ సాంకేతిక సిద్ధాంతములు	1182
268. A. సరఫరా తంత్రీ మార్గములు	1200
268. B. విద్యుచ్ఛాలక బలమార్పిణులు	1208
268. C. యాంతిక మీటలు	1211
269. విద్యుత్ పంపిణీ వ్యవస్థ	1214
270. విద్యుత్ ఆర్థిక వ్యవస్థ	1224

## XX ఎలక్ట్రానిక్స్-సంకేత యాంతిక శాస్త్రము

271. ఉపోద్ఘాతము	1228
272. టెలిగ్రాఫ్	1239
273. రాదార్	1238
274. టెలివిజన్	1237
275. రేడియో ఇంజనీరింగ్	1241
276. కంప్యూటరు	1251
277. సమాచార ఉపగ్రహాలు	1256
278. ఎలక్ట్రాన్ సాధనములు	1259

## XXI సాంకేతిక విజ్ఞాన శాస్త్రము

279. తొలిపలుకులు	1264
280. ఎరువుల సాంకేతిక విజ్ఞానము	1264
281. మృణ్మయ పాత్రలు మరియు ఆతి వేడికి కూడ తట్టుకోగల్గిన పదార్థ సాంకేతిక విజ్ఞానము	1269
282. నూనెలు - క్రొవ్యులు	1274
283. పంచదార సాంకేతిక విజ్ఞానము	1282
284. మందుల తయారీ	1285
285. రోహశాస్త్రము అనుబంధము	1288
ప్రసిద్ధ పదసూచి	1297

# విజ్ఞాన దీపిక II

## I

### 1. విజ్ఞాన దర్శనము

#### ప్రస్తావన

విజ్ఞాన మనంత దీప్తము. విభిన్న శాఖలతో విస్తృతిని పొందుతున్న విజ్ఞాన స్వరూపాన్ని అవగాహన చేసుకోవడం, విజ్ఞాన పరిమాణాన్ని అంచనా వేయడం, విజ్ఞానతత్వాన్ని క్రోడీకరించి ఇదమితమని తేల్చి చెప్పడం, అతి కష్టసాధ్యమవుతుంది. పుడమిగరపు పురుటి నొప్పలతో విశ్వంలో మానవుని సృష్టి జరిగిన నాటినుండి, మానవుడు తనచుట్టూ ఉన్న ప్రకృతిని, పరిసరాలనూ పరిశీలించాడు. స్వాభావికంగా మానవుడు జ్ఞాన జీవి. దానిని పురస్కరించుకొని ఆతడనేక జీవన సౌకర్యాలను కల్పించుకొన్నాడు. పరిశోధనలను చేశాడు. అన్వేషణలు కొనసాగించాడు.

ఈ అన్వేషణల లక్ష్యము సత్యాన్ని కనుక్కోవడం; ఆ సత్యాన్వేషణ ఫలితాలే, విజ్ఞాన ప్రాతిపదికలుగా ఘనీభవించినాయి.

క్రమంగా మానవుని విజ్ఞాన తృప్తి పెరిగింది. అనేక శతాబ్దాల తరబడి అధ్యయనం చేసి ప్రకృతిపై అధిపత్యం వహించినాడు. విజయగర్వంతో వీర విహారాలు చేసినాడు. తను సముపార్జించుకొన్న విజ్ఞానము లోక కల్యాణం కోసం వినియోగించడమా లేదా, లోక వినాశానికి ఉపయోగించడమా అనే సమస్యతో సంకులితచిత్తుడయినాడు. విజ్ఞాన తాత్విక దృష్టిద్వారా నైతిక శీల వికాసా

వశ్యకతను గుర్తించడం ప్రారంభించినాడు. ఈ పరిణామం ఏ విధంగా జరిగింది ?

నేటి ప్రముఖ శాస్త్రజ్ఞులు తత్వవేత్తలుగా ఎందువల్ల ప్రసిద్ధిని పొందినారు ? విజ్ఞానము సార్వత్రికము, సామాన్యము కావాలన్న వాంఛ అన్ని దేశాల ప్రజలలో రేకెత్తింది. నవ చైతన్యం నాట్యమాడుతోంది. విజ్ఞానాధిపత్యంవల్ల కలిగిన రాజకీయ అసమానత విశ్వశాంతికి భంగకరమని భావించడం జరుగుతోంది. విలువలు మారిపోతున్నాయని గుర్తించబడుతోంది. ఈ సంక్షోభ సమయంలో శాంతిని సమకూర్చగలిగేది విజ్ఞాన దర్శనము

విజ్ఞాన మనగా నేమి ? దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు ఏమిటి ? ప్రారంభదశలో విజ్ఞాన స్వరూప మేమిటి ? మధ్యయుగంలో ఏ మార్పులు చెందింది ?

పునరుద్ధరణ కాలంలో విజ్ఞాన వికాసం ఏ విధంగా జరిగింది ? సాంప్రదాయిక విజ్ఞాన ప్రగతిని ఏ విధంగా గుర్తించగలము ? సమకాలీన విజ్ఞాన దిజ్మండల దర్శనం సాధ్యమా ? విజ్ఞానాధ్యయనంవల్ల ఉపయోగాలు ఏమిటి ? మానవ దృక్పథముపై విజ్ఞానశాస్త్ర ప్రభావ మేమిటి ? విజ్ఞానపు హద్దులు ఏమిటి ? విజ్ఞాన శాస్త్ర తత్వపరంగా విద్య ఎలా ఉండాలి ? విజ్ఞాన శాస్త్ర భవిష్యత్తు ఏమిటి ? మున్నగు విషయాలు ఈ శీర్షికయందు సంక్షిప్తంగా చర్చించడం జరిగింది.



## 2. విజ్ఞాన మనగా నేమి?

విజ్ఞానమంటే విశిష్టమైన జ్ఞానము అని అర్థము. మనము తెలుసుకున్నదాంట్లో విశిష్టమైనదే విజ్ఞానమని అనుకొంటే, ఈ పదాన్ని రూఢిగా ఒక ప్రత్యేకమైన జ్ఞానానికే మనం వాడుతున్నాము. ఇటువంటి పరిస్థితి ఇంగ్లీషులో కూడా సైన్సు అనే పదానికి ఉంది. లాటిన్ లో సిరే (Seire) అనగా నేర్చుకోవటం (To Learn) లేదా తెలియటం (To Know) అని అర్థము. దీని రూపాంతరమే సైన్సు (Science).

కొన్ని రకాలైన జ్ఞానాన్నే విజ్ఞానం అనడానికి ఏ విధమైన నిర్వచనము కారణం కాదు. కొన్ని రకాలైన శిక్షణలుపుట్టి పెరిగినతరువాత వాటిలోగల కొన్ని సామాన్య లక్షణాల్నిబట్టి వాటిని విజ్ఞాన శాస్త్రంలో భాగాలు అనటం జరిగింది. అయితే వీటిని విజ్ఞాన శాస్త్రంలో భాగాలు అనవచ్చు అనటంలో ఈ నాటికి ఏకాభిప్రాయం లేదు. విజ్ఞాన శాస్త్రములో భాగము అనబడడానికి క్రింది లక్షణాలను అది కలిగి ఉండాలి.

- (1) ఈ శిక్షణ విజ్ఞాన శాస్త్ర దృక్పథాన్ని కలిగించాలి.
- (2) ఈ శిక్షణలో ఒక ప్రత్యేకత కొన్ని సామాన్య లక్షణాలు కలిగి ఉండాలి.

ఒక ప్రత్యేక వద్దతిలో నిర్వహింపబడి, పరిశీలించబడిన విషయాలను క్రోడీకరించి, అవి ఏవిధంగా వివరించ వచ్చో తెలుపుతూ ముందు ఏమి చెయ్యాలో ఊహించగలిగేలా చేసే విజ్ఞానాన్ని విజ్ఞానమనవచ్చును.

విజ్ఞానశాస్త్రము ఒక స్థావరమైన నమ్మకము మాత్రమే కాకుండా పురోభివృద్ధికి అవసరమైతే

క్రొత్త భావాల్ని పద్ధతుల్ని స్వీకరించే శక్తిని అది కలిగిఉండి ఉంటుంది. మనకు కలిగే అన్ని సందేహాలకు సమాధానాలు ఇవ్వగలిగిన మహత్తర శక్తి అని విజ్ఞానశాస్త్రమునందు నమ్మకం ఉంచబంటేదు. సైద్ధాంతికంగాను, ప్రయోగ పూర్వకంగాను, ఎటువంటి నిశితవిమర్శనయినా ఎదుర్కోగల సామర్థ్యం, దానికి ఉండటమే మనకు విజ్ఞానశాస్త్రము మీద నమ్మకాన్ని బలపరుస్తుంది.

నిశిత విమర్శన అంటే ఏమిటి? సహేతుకమైన విమర్శ అనేది సైద్ధాంతికంగాకాని ప్రయోగపూర్వకంగా కాని నిరూపించ కలిగినదై ఉండాలి. యోగ్యులైనవారి ఆమోదాన్ని పొంది పునరావృత (Repeated) పరీక్షలకు నిలబడ గలిగి ఉండాలి. చాలా సంవత్సరాల కృషి ఫలితంగా కాని, మెరుపులా ఎవరి మెదడులో నయినా చొరబడటం వల్ల కాని పుట్టిన ఆలోచన, లేదా సిద్ధాంతముపై పరీక్షలకు నిలబడగలిగితే అది విజ్ఞానశాస్త్ర పద్ధతి అవుతుంది. దీనిలో ప్రయోగమనేది ఒక పరికరాల సముదాయాన్ని ఉపయోగించటంవల్ల తెలిసే విషయముకాదు. ఈ పరికరాలు అనేవి అవిష్కార సాధనాలు (Instruments of Discovery) కావు. మన విమర్శలకు దోహదకారులుగా ఉపయోగించే సాధనాలు.

ప్రకృతిలో మనకు గోచరించేవి, గోచరించనివి అయిన విషయాలు, వస్తువులను గురించి యథార్థ వర్ణన విజ్ఞానశాస్త్ర ఆశయాలలో ముఖ్యమైనది. ఈ వర్ణన సంఖ్యాత్మకంగా ఉండి గణిత విశ్లేషణకు లోబడితే దానిని నిర్దిష్ట విజ్ఞానము (Exact Science) అంటారు. విషయములను కచ్చితముగా ఉద

హరించ కలిగేటట్లుగా వివరణ పద్ధతులను లేదా విభజనను పెంపొందించుటయే వర్ణనాత్మక విజ్ఞాన శాస్త్రము. (Discriptive Science) యొక్క ముఖ్యమైన బాధ్యత. విజ్ఞానశాస్త్రము ఏక పక్షము కాని, నిజము తెలుపుతుంది. అది న్యాయశాస్త్రము తెలిపే నిజములాంటిది కాదు. దీనిపైన తీర్పు చెప్పదు. భగవంతుడు నీతి ని య మా ల లో (Ethics) ను, విజ్ఞానశాస్త్రము మంచి చెడులలోను, తటస్థంగా ఉంటారు.

### విజ్ఞానశాస్త్ర పరికరాలు (Tools of Science)

విజ్ఞాన శాస్త్రము అంటే ఏమిటో స్పష్టంగా గ్రహించడానికి కావలసిన కొన్ని ముఖ్య లక్షణాలు చర్చిద్దాము. వీటినే విజ్ఞాన శాస్త్రపు లక్షణాలు, తెలుసుకొనే పరికరాలు అనవచ్చును.

- ఇవి (1) వైజ్ఞానిక పద్ధతులు (Methods of Science)
- (2) వర్గీకరణ (Classification)
- (3) పునశ్చరణ లేదా పునరావృత్తత (Repetition)
- (4) ఆమోదము (Consensus).
- (5) ప్రయోగము (Experiment)
- (6) కార్యకారణ సంబంధము. (Cause and Effect)
- (7) కొలత (Measurement)

### 1. వైజ్ఞానిక పద్ధతులు :

వస్తువు స్వభావము, లక్ష్యములనుబట్టి వివిధ విజ్ఞాన శాస్త్రాలలో అనుసరించబడే పద్ధతులు నిర్ణయింపబడతాయి. నిర్దిష్ట వర్ణనాత్మక విజ్ఞాన శాస్త్రాలలో పద్ధతులు విడిగా ఉండడానికి ఇదే కారణము. ఏ పద్ధతి అయినా విజ్ఞానశాస్త్రపు ముఖ్య లక్షణము,

వస్తువును లేదా సన్నివేశాన్ని యదార్థంగా అద్వితీయంగా (Uniquely) వర్ణించడం అవడంవల్ల మనం రోజూ ఉపయోగించేభాష విజ్ఞాన శాస్త్ర నిర్దిష్టపనరాలకు అనుగుణంగా లేదు. ప్రతి శాస్త్రము తనకు అవసరమైన పదజాలంతో సృష్టించబడిన పదములుగాని, సంకుచితమైన నిర్దిష్టార్థముతో వాడబడే పదాలుగాని, వాడుతారు. వ్యావహారిక భాషలోకంటే ఈ ప్రత్యేకమైన పదజాలముతో కూడిన భాషలో ప్రతిపాదనలను (Statements) క్లుప్తముగా తెలుపవచ్చు.

మనము గ్రహించిన విషయాన్ని గణిత విశ్లేషణ చేసికాని, ఒక నమూనాను ఊహించి కాని దానిలో పునర్నిర్మాణము చేస్తాము. ఈ విధంగా సిద్ధాంతము, ప్రయోగము ఒకదానిమీద ఒకటి ఆధారపడుతూ మనకు నిరాకరించ వీలులేని జ్ఞానాన్ని ఇవ్వాలి. క్రొత్త ప్రయోగాల వల్లకాని, సిద్ధాంతాల వల్లకాని వెనుకటి ప్రయోగ పరిశీలనలు (observations) లేదా సిద్ధాంతాలు (Theories) నిలువ లేకపోతే అంతవరకు మనము నిజమని నమ్మిన వాటిని నిరాకరించగలగాలి. దీనినే నిరాకరణ సూత్రము (Principle of Refutability) అంటారు. 17 వ శతాబ్దిలో ఈ విధమైన దృక్పథము గెలీలియో కలిగించిననాటినుంచి, విజ్ఞానశాస్త్ర పద్ధతులు ఒక స్థిర రూపాన్ని పొందాయి.

### 2. వర్గీకరణ (Classification) :

“ప్రపంచము ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థాలతో ఉంది. దీనిలో వృక్షాలు, జంతువులు, జీవరాశులు, జంతువులలో మానవుడు ఎక్కువ పరిణితి చెందిన రకము” అని చెప్పటంలో మనకు గోచరించేదికొన్ని వర్గాలుసూచించే పదాలు ఉపయోగించటం. దీనివల్ల వర్ణనా సౌలభ్యం కలిగి మనం చెప్పదలచుకొన్నది క్లుప్తంగా ఉంటుంది. వర్గీకరణ అనేది ప్రాచీనమైన, తప్పనిసరియైన విజ్ఞాన పద్ధతి. వస్తు విషయాన్ని వర్గీకరించటం జరిగినప్పుడు ఆ వస్తువునుగురించి

ఆమోదించిన విషయాల్ని విజ్ఞానశాస్త్ర భాగాలు అని, పద్ధతులను వైజ్ఞానిక పద్ధతులు అని భావించ వచ్చు. వేర్వేరు శాస్త్రజ్ఞులు ఒకే విషయాన్ని చర్చించటం అంటే పునశ్చరణ జరిగి అంగీకారము పొందగలిగినట్లే. పరిశీలకుని దృష్టిలో ఆమోదము అనేది పరిశీలనలో తప్పును తగ్గించే ఒక సాధనంగా కాని ప్రతి చిన్న విషయాన్ని పరిశీలకుడు తిరిగి పరిశీలించి నిర్ణయించటం అనే శ్రమను తగ్గించే సాధనంగా కాని ఉపయోగపడుతుంది. వైజ్ఞానిక వృత్తిలో అధికార ముద్ర అనేది పరిశీలనకు ప్రతి పత్తిని, గౌరవాన్ని కలిగించే సాధనంగా ఎన్నడూ సహించబడలేదు. విద్యాయోగ్యత కలిగిన ఏ మనిషి అయినా తిరిగి ప్రయత్నించి నిర్ధారణచేసేవిధంగా తెలిపిన ప్రాయోగిక పరిశీలనలు లేదా సిద్ధాంతాలు మాత్రమే ఆమోదం చెందుతాయి.

గణితశాస్త్రమువంటి విషయగత (objective) పరిశీలనలలోకూడా ప్రజాభిప్రాయం అనేది కొన్ని సమయాలలో తప్పుదారి వట్టించింది. కొన్నిసార్లు అభిప్రాయాలు ప్రకటించేవారివల్ల సమ్మోహితులై వారి తప్పుల పరిశీలనలను మూఢంగా నమ్మిన సందర్భాలుకూడా ఉన్నాయి. పరిశోధన అనేది విశ్వవిద్యాలయ ఉపాధ్యాయులు మొదలైనవారి వృత్తులలో ఒక భాగం అయిన తరువాత పదవు లలో ఉన్నవారు అసంఖ్యాకంగా పరిశీలనా నివేదిక లను ప్రచురించటం జరుగుతుంది. వీటిలో చాలా భాగం కాలగర్భంలో కలిసిపోతున్నాయి. ఇతర మానవ క్రియాశీలతల (Activities) వలెనే విజ్ఞాన శాస్త్రంలో కూడా సంపూర్ణమైన వాదనా పటిమను నింపటం సాధ్యంకాదు.

### ప్రయోగము (Experiment) :

కొన్ని సత్యాలను అవిష్కరించడానికి, ఉన్న విషయాలను ఖుణ్ణంగా తెలుసుకోవడానికి ప్రయో గము అనేది అనేక విజ్ఞానశాస్త్ర భాగాలలో శక్తి

వంతమైన పనిముట్టు. దృగ్విషయాలలో మార్పు కోసం పరిశీలకుడు కృత్రిమంగా పరిసరాల్ని మారుస్తాడు. ప్రకృతిలో కొన్ని తరాలలో జరిగే మార్పులను పరిశీలకుడు కొద్ది కాలంలో అవే మార్పులు జరిగేలా చేయగలడు. నీటికి అతి ఎక్కువ పీడనము కలుగజేసి దాని ధర్మాలు నిర్ణయించటం, జీవపదార్థాలలో కృత్రిమమైన మార్పులు కలుగజేసి క్రొత్త జీవ పదార్థాలను సృష్టించటం వంటి ప్రయోగాలలో ప్రకృతి సహజంగా జరుగని మార్పులనుకూడా మనము కలుగ జేయవచ్చు. ప్రయోగశాలలో పరిస్థితులు సృష్టించటం వల్ల కాని. ప్రకృతిలో సహజంగా వచ్చే మార్పులవల్ల కాని, ఏ అవధిలో మార్పులు రాబోతాయో ఊహించలే నప్పుడు ప్రయోగాలు విజయవంతం కావు. ఫలి తాలు అర్థవంతము కావు.

దృగ్విషయాన్ని నియంత్రితం చేసే వేర్వేరు కారకాల్ని (factors) స్పష్టంగా గుర్తించాలి. ప్రతి సారి ఒక కారకాన్ని మాత్రమే స్వతంత్రంగా మార్పు చేసి పరిశీలించాలి. నిద్ధాంత పరంగాను, గణిత విశ్లేషణ వల్ల పరిశీలకునికి తెలిసిన దాన్ని ప్రయోగపు పరిశీలనతో జోడిస్తే ఈ కారకాలలో అతి ముఖ్యమైనవి ఏవో తెలుస్తాయి. ఈ విధంగా ప్రయోగాన్ని నిద్ధాంతాన్ని జంటగా వాడటం వల్ల వీటిలో అవసరమైన మార్పుల్నికూడా చేయవచ్చు.

### కార్య కారణ సంబంధము

#### (Cause - Effect Relationship)

నైద్ధాంతిక విశ్లేషణానికి, కారకాల్ని ఎంచుకోవ డానికి ఈ సూత్రము ప్రాతిపదిక. అనుభవకంగా ఈ సూత్రము నిరూపించ బడకపోయినా, ఆవరణ యోగ్యమని, ఈ నమ్మకము లాభదాయక మని గెలీలియో కాలం నుంచి అనుసరించ బడుతుంది. ఈ సూత్రము లేకపోతే ప్రయోగము అనేది అసాధ్య మవుతుంది. ఇది ఇలా ఉండగో సహజ

దృగ్విషయాల్ని (Natural Phenomenon) ఏదో అదృశ్యశక్తి నడుపుతూ ఉందని ఒప్పుకోని వాళ్లు చాలా మంది ఉన్నారు. ఏ క్రమాల్ని మనం తెలుసుకోగలగటమే వాటిని అవిష్కరించి తెలియజేయటం విజ్ఞానశాస్త్ర ధర్మం. అంతేకాని మనకు తెలియని కొన్నిక్రమాలు ఉన్నాయన్న వాదనను సమర్థించటం కాదు. ఒక చొరనలవి కాని క్రమం పరమాణువు స్థాయిలో ఉన్నదన్న భావన ఎదుర్కొనడానికే క్యాంటం సిద్ధాంతం బయలుదేరింది.

కొన్ని క్రమాలను, సూత్రాలను అవిష్కరించటంతో పాటు, ప్రయోగము క్రొత్త విజ్ఞాన విభాగాలలో ప్రవేశించడానికి సాధనంగాను, వాస్తవాలు అనేవి ఇలా ఉండాలి అని, ఊహించి నిర్ణయాలకు రాకుండా ఉండడానికి ప్రయోగాల ద్వారా జనించిన విషయాలను సైద్ధాంతికంగా అర్థం చేసుకొని లాభదాయకమైన సైద్ధాంతిక ఊహనలు కాని, వర్తనాత్మక ఊహనలు కాని చేయడానికి ఉపయోగిస్తారు.

### కొలతలు (Measurements) :

విషయ గ్రహణానికి అవసరమైన రాశుల్ని ముందర నిర్వచించి, వాటిని అంకెలుగా నిర్ణయించడానికి జరిగే ప్రయత్నమే కొలత. వేదాంతి, కవి ఊహించే చిత్రణాలు ఈ కొలతలకు లోబడేరావులు కావు అందమంటే ఏమిటి? సుఖం అంటే ఏమిటి? అనేవాటిని గురించి ఇచ్చిన నిర్వచనాలు, మనం పునశ్చరణచేసి కొలవలేమని తెలుసు.

చాలా విజ్ఞానశాస్త్ర భాగాలలో పరిమాణాత్మక (Dimensional) కొలతల్ని ఉపయోగిస్తారు. కొలవడానికి అవకాశం ఉండటం వల్లనే విజ్ఞాన శాస్త్రాన్ని నిర్దిష్టమని, వర్తనాత్మకమని వర్గీకరణ చేయటం జరిగింది. పోలీసుల్ని, ఆటగాళ్ళని వాళ్ల పేర్ల బదులు వాళ్ల దుస్తులమీద ఉన్న సంఖ్యలుగా నిర్దేశించటం వంటిది కొలత అనిపించుకోదు.

ఒక పరిస్థితిని కాని వస్తువును కాని కొలవ

టంలో కొన్ని సంక్రియలు (Operations) చేయటంవల్ల సంఖ్యలు వస్తాయి. సంక్రియల స్వభావము దేన్ని కొలుస్తున్నామో నిర్ణయిస్తాయి. ఎన్నిసార్లు మీటరుబద్ధ ఉపయోగిస్తున్నామో లెక్కపెట్టటం వల్ల వస్తువు పొడవు; స్ప్రింగ్ తత్కేంద్రలో ముల్లు ఎక్కడ ఆగుతుందో ఆ సంఖ్యవల్ల వస్తువు భారము తెలుస్తాయి. పొడవు కొలవడానికి మీటరు బద్ధ, బరువు తెలియడానికి తత్కేంద్ర వంటి పరికరాల సాయంతో సంక్రియలను చేయటంవల్ల సంఖ్యలుగా కొలతలు తెలుస్తాయి.

క్రమబద్ధమైన పరికర నిర్మాణము, వాటి ఉపయోగము, పరిణితి చెందిన విజ్ఞాన పద్ధతికి ముఖ్య లక్షణము. ప్రతి పరికరం ఉపయోగించటం వల్ల వచ్చే విలువలోను కొంత దోషం (Error) లేదా సందిగ్ధత (Uncertainty) ఉంటుంది. దోషాన్ని పూర్తిగా నివారించలేక పోయినా పరికరాల్ని రూపకల్పన (Design) చేయటంలో మార్పులవల్ల ఎక్కువసార్లు కొలతలు తీసుకోవటం వల్ల కొలతవిలువలోని దోషాన్ని తగ్గించవచ్చు.

కొలతలవల్ల వచ్చిన సంఖ్యల్ని గణిత విశ్లేష గుణముచేసి ప్రకృతి సూత్రాలలోని క్రమాల్ని తెలుసుకోవచ్చు. పరిణామవాదం (Evolution Theory) వంటివాటిలో మనకు లభించిన సాక్ష్యాన్ని బట్టి సిద్ధాంతము తయారు చేస్తాము. ఇదే సైద్ధాంతిక అవగాహనకు ప్రాతిపదిక అవుతుంది. గణిత విశ్లేషణకు ఎక్కువగా వశ్యమయ్యే విజ్ఞానశాస్త్ర భాగము చాలా అభివృద్ధి చెందినది అంటారు. ఈ ఆదర్శానికి దగ్గరగా ఉండటంవల్లనే భౌతికశాస్త్రము అన్ని శాస్త్ర భాగాలలోకి బాగా వికసించినది అంటారు.

వస్తువు పొడవును మీటర్లు, సెంటి మీటర్లు, గజాలు, అడుగులు, మొదలైనవిధంగా తెలుపవచ్చు. కాని ఏ పరిమాణము (Dimension) ఉపయోగించ

చీనా మనము నిర్ణయించేది పొడవు. ఒక భౌతిక ధర్మము నిర్ణయించి అది ఏ కారకాలకు సంబంధము కలిగి ఉన్నదో ఒక సూత్రముగా తెలుపుతారు. ఇది ఆ రాశులమధ్య ఉన్న సంబంధానికి సామాన్య వివరణ (General Statement). దీనిలో రాశులకు పరిమాణాలు వ్రాస్తే సమీకరణంలో రెండువైపులా ఉండే పరిమాణాలు ఒకటి అవవలె. వివరణాత్మకమైన గణిత విశ్లేషణం కాని, ప్రయోగం కాని చెయ్యనక్కర లేకుండానే ఈ పద్ధతిన లోలకపు ఆవర్తనకాలము (Period of Oscillation of Pendulum) దాని పొడవు యొక్క వర్గమూలముకు అనులోమ అనుపాత

ముగా ఉంటుందని, నీటి స్నిగ్ధత ప్రయోగంలో వచ్చే కారకాలకు ఏవిధంగా అనుపాతంగా ఉంటుందో వాటిని నిర్ణయించవచ్చు. ఈ సమీకరణంలో ఏదైన స్థిరాంకము ఉంటే దానిని ఈ కారకాల మార్పులనుండి నిర్ణయించవచ్చు.

ఈ విధంగా విజ్ఞానశాస్త్రము అనేదాన్ని మానసిక శిక్షణ ఇచ్చి మనసు మనం నియంత్రణ చేసుకోవడానికి ఉపయోగించే విషయముగా పరిగణించవచ్చు.

—ఎ సత్యనారాయణమూర్తి.

### 3. విజ్ఞాన శాస్త్ర చరిత్ర

#### (i) ప్రాకృతిక

భూమిమీద తొలిసారి మానవుడు పుట్టినప్పటి నుండి తన జీవనోపాధిని సులభముగా సంపాదించుకొనుటకు ప్రయత్నము చేయుచున్నాడు. ఆదిమ మానవుడు రాళ్లనుపయోగించి, జంతువులను వేటాడి తినచుండెను. తరువాత అతడు కంచు, యినుము మొదలగు లోహములను కనుగొని, వాటితో బల్లెములు, ఈటెలు, పాత్రలు, మొదలగు అనేక పరికరములను తయారుచేయుట నేర్చుకొని, వానితో జంతువులను వేటాడుచూ, తోడి మానవులతో పోట్లాడుచూ, జీవనము గడుపుచుండెను. మరి కొంత కాలమునకు భూమిని సాగుచేసి, వ్యవసాయము చేయుట నేర్చుకొనెను. అప్పటినుండి నాగరికతగా మెలగుట అలవరచుకొనెను. పూర్వము నివసించుచుండిన చెట్టు తొర్రలు, కొండ గుహలను వదలి అతడు యిళ్ళు కట్టుకొని నివసించుట మొదలుపెట్టెను.

ఈ జిప్తు :

వ్యవసాయము నేర్చిన మానవుడు క్రమముగా నదీ పరిసరముల స్థిర నివాసములు ఏర్పరచుకొనెను. ఈజిప్టు దేశమందు కూడ నైలు నది ప్రాంతము యిట్లే అభివృద్ధి చెందెను ఇప్పటి నాగరికత దాదాపు క్రీ. పూ 3000 సంవత్సరముల క్రిందట ప్రారంభమయి ఉండవచ్చును. క్రీ. పూ. 3188 నుండి 3141 మధ్య కాలమున పరిపాలించిన రాజు కాలమునాటి ముఖ్య సంఘటనలు, నైలునదియొక్క వరదలు, మొదలగునవి, రాతి ఫలకము మీద చెక్కబడియుండెను. ఈజిప్టు దేశీయులు ఈ కాలమందే గణిత శాస్త్రము కనుగొని, దశాంశ స్థానమును వాడుటకూడా మొదలుపెట్టిరి. అంతేకాక పెద్ద భిన్నాంక స్థానములను, చిన్న భిన్నాంక స్థానముగా చేయుట, తిరిగి వాటిని దశాంశముగా మార్పుట కూడ వారు కనిపెట్టిరి. వీరికి సంవత్సరము అనగా 365 $\frac{1}{4}$  రోజులు అని తెలిసి

నప్పటికి వాడుకలో మాత్రము 365 రోజులుగానే పరిగణించుచుండిరి. మిగిలిన  $\frac{1}{4}$  రోజును, 4 సంవత్సరముల కొకసారి కలుపుకొని ఒక లీపు సంవత్సరముగా పరిగణించుచుండిరి. వీరు వైద్యశాస్త్రమందు కూడ ప్రావీణ్యత కలిగియుండిరి. వీరికి చిత్ర లేఖనము, భవన నిర్మాణములు బాగుగా తెలియును. ఈ దేశములో ఈనాటికి నిలిచిఉన్న పిరమిడులు వీరి నిర్మాణ కౌశలమునకు గొప్ప తార్కాణములు. ఇటీవల దొరికిన ఆధారములనుబట్టి వీరికి నూలు వడకుట, వస్త్రములు నేయుట కూడ తెలియును, అని చెప్పవచ్చును. ఇట్లు వీరు విజ్ఞానశాస్త్రమందు ప్రప్రథమంగా చక్కని అభివృద్ధికి తోడ్పడిరి.

**బా బి లో ని యా :**

ఈ దేశమునకు పూర్వపు పేరు సూమర్ (Sumer); ప్రస్తుతము ఇరాక్ అని అనెదరు. ఈ దేశములో చాల నదులు ప్రవహించును. అందువలన తరచుగా వీరు వరదలకు గురియగుచుండిరి, చారి త్రకులకు దొరికినటువంటి శిలా ఫలకములనుబట్టి క్రీ. పూ. 20 వ శతాబ్దములోనే సూర్యుడు, చంద్రుడు యొక్క స్థితిగతులను కనుగొనుట, గ్రహణములు ఎప్పుడు సంభవించునో తెలిసికొనుట, వీరు నేర్చుకొనియుండిరి. గ్రహముల కదలికవలననే సమస్త జీవకోటియొక్క భవిష్యత్తును కనుగొనవచ్చునని వీరు అభిప్రాయ పడుచుండిరి. వీరు గోధుమలు, బార్లీ మొదలగునవి సాగుచేసి భుజించుచుండెడివారు. దీనికొరకు నిర్జీతమైన కాల వ్యవధులను నిర్ణయించుకొనుటకు, రోజులు వారములు, నెలలు, సంవత్సరములు కూడ నిర్ణయించుకొనిరి. అంతేకాక గంటలు, నిమిషములు, సెకనులు కూడ వీరు కనిపెట్టిరి. రోజులను గ్రహములపేర్లతో పిలుచుట వీరు మొదలుపెట్టిరి. వీరి గణితశాస్త్ర పాండిత్యమునకు వీరు ఉపయోగించిన గణిత పట్టికలు,

వర్గమూల పట్టికలు, నదులయొక్క వంతెనల యొక్క పటములు చక్కని ఉదాహరణములు.

**చై నా :**

చైనా యొక్క నాగరికతకూడ యిండు మిండు ఈజిప్టు, బాబిలోనియా కాలములోనే ప్రారంభమయినట్లు చెప్పవచ్చును. కాని చైనాకు ఈ దేశములతో సంబంధమున్నట్లు కనపడదు. క్రీ.పూ. 500 సం॥ కాలమున ఇనుముతో చేసినట్టి ఆయుధములు వాడినట్లు తెలియుచున్నది. క్రీ.పూ. 100 సం॥ కాలమున వర్షియా మొదలగు దేశాలతో వీరు వ్యాపారము చేసినట్లు తెలియుచున్నది. తరువాత కాలమున వీరికి వ్యవసాయము చేయుట నీటి పారుదల సౌకర్యములు కలిగించుకొనుట కూడ తెలియును అని చెప్పవచ్చును. బుద్ధునియొక్క బోధనలు క్రీ. శ. 64 సం॥న చైనా దేశమున వ్యాపించియుండెను. తరువాత కాలమున చైనా దేశీయులు కాగితము తయారుచేయుట కనుగొనిరి. అంతేకాక ఆయస్థాంతమును కనుగొని, దానిసహాయమున సముద్రయానముచేయుట నేర్చుకొనిరి.

**భారతదేశము :**

భారతదేశ నాగరికత సింధునదీలోయ తీరమున క్రీ. పూ. 30 వ శతాబ్దమున ప్రారంభమయినట్లు చెప్పవచ్చును. అప్పటికే దశాంశములను వాడుట తెలిసికొని యుండిరి. నేడు మనము వాడుచున్న అంకెలను, అరబిక్ అంకెలని తలచుచున్నాము కాని, నిజముగా అవి భారతీయులు కనిపెట్టినవే. పాశ్చాత్యులకు అరబ్బీల ద్వారా అవి తెలియుటచే ఈ అంకెలను అరబ్బీ అంకెలని భ్రమపడుచున్నారు. భారతీయులు తత్త్వ, వేదాంత శాస్త్రములలో అగ్రగణ్యులు. క్రీ. పూ. 5, 6 శతాబ్దములలో బుద్ధుని తాత్విక బోధనలు విశ్వ విఖ్యాతి నొందినవి. ఆ రోజులలో భారతీయుల వైద్య విధానములు చాలప్రశస్తి నొందినవి. క్రీ. పూ.

2 వ శతాబ్దముననే భారతీయులు అణు శాస్త్రములో కృషి సల్పించుచుండిరి. కణాదుని పరమాణువాదము ను ప్రసిద్ధము. చరకుడు, సుశ్రుతుడు భేలుడు వైద్యశాస్త్రమున ప్రమాణ గ్రంథములను రచించిరి. ఇంతేకాక ఆ నాటి భారతీయులు ఖగోళ, జ్యోతిష, శాస్త్రములలో కూడ చక్కని నేర్పు కలిగియుండిరి.

## (ii) గ్రీకు, రోమన్ యుగము :

క్రీ. పూ. 580 సం॥ నుండి కూడ గ్రీకు, దేశీయులకు గణిత, ఖగోళ శాస్త్రములందు కొంత పరిజ్ఞానమున్నట్లు తెలియుచున్నది. పైథాగరస్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు గణిత శాస్త్రమునకు ఎనలేని సేవ చేసెను. రేఖా గణితమున ఈయన చెప్పిన సిద్ధాంతము నేటికిని వాడుకలోనున్నది. లంబకోణ త్రిభుజములో కర్ణముయొక్క వర్గము, మిగిలిన భుజముల వర్గముల యొక్క మొత్తమునకు సమానము. ఇదేకాలమునకు చెందిన 'అరిస్టాటిల్' అను శాస్త్రజ్ఞుడు జీవ శాస్త్రమునందు విశేషమైన కృషిచేసి దాదాపు 500 జంతువులయొక్క అంతర్భాగములను బొప్పల ద్వారా ప్రదర్శించెను. 'అర్కిమెడిస్' అను శాస్త్రజ్ఞుడు యాంత్రిక శాస్త్రమునందు కొన్ని ముఖ్యమైన సూత్రములను కనుగొనెను. సమాంతర బలాల సూత్రమును, భ్రమకాల సూత్రమును, సాంద్రతను ఈతడే కనుగొనెను. "ఒక వస్తువు ఏదైనా ద్రవములో మునిగిఉన్నప్పుడు కొంతబరువు తక్కువగా ఉన్నట్లుగా కనపడును. వస్తువు బరువుతో కలిగిన భేదము ఆ వస్తువు తొలగించిన ద్రవపు భారమునకు సమానము" అని ఈతడు నిరూపించిన సిద్ధాంతము. ఇది ఈనాటికి వాడుకలో నున్నది. "అరిస్టాకస్" అను శాస్త్రజ్ఞుడు, సూర్యుడు, నక్షత్రములు, సౌర కుటుంబమునందు నిలకడగా ఉండుననియూ వీనిచుట్టు భూమి, గ్రహములు, గుండ్రముగా తిరుగుననియూ తెలియజేసెను. 'హిపరి

కస్' (160-127 B. C.) అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఖగోళ పరిశోధనలకు అవసరమైన పరికరములను తయారు చేసెను 'ఇరాస్టాస్' అనునతడు భూగోళశాస్త్రమునందు కృషిచేసి భూమియొక్క చుట్టుకొలత 24 వేల మైళ్లు అని తెలియజేసెను.

## రోమన్ యుగము :

రోమన్ దేశీయులు గొప్ప న్యాయవాదులుగాను, సిపాయిలుగాను, పరిపాలనదక్షులుగాను, పేరెన్నిక గన్నవారు కాని విజ్ఞానశాస్త్రముందు ముఖ్యముగా వైద్యము, చిత్రలేఖనము, భౌతిక, రసాయనిక శాస్త్రములను గ్రీకు దేశీయుల నుండి చాలావరకు నేర్చుకొనిరి. ఇవి నేర్చుకొనుటతో కూడ మానవులకు నిత్య జీవితమునకు ఎంతవరకు ఉపయోగపడునో, అంతవరకే నేర్చుకొనుచుండిరి తత్ఫలితముగా చాలా తరముల వరకు రోమన్ దేశీయులు విజ్ఞాన శాస్త్రమునందు వెనుకబడియుండిరి. రోమన్ దేశమున నగర పారిశుద్ధ్యము, స్వచ్ఛమైనటువంటి నీరు పంపిణీచేయుట, వైద్యశాలలు నిర్మించుట యందు ఎక్కువ శ్రద్ధమాపుట వలన వారియొక్క తెలివితేటలను మెచ్చుకొన వలసిన విషయము.

## (iii) మధ్య యుగము :

యూరప్ దేశము చాలా సంవత్సరముల వరకు విజ్ఞానశాస్త్ర పురోగమనములో వెనుకబడి ఉండెను. దీనికి కారణము ముఖ్యముగా సాంఘిక, మత పరముగా పేర్కొన వచ్చును. అయినప్పటికి 'అరిస్టాటిల్' ను సూత్రము విజ్ఞానశాస్త్ర పురోభివృద్ధి మూల కారకుడు అని చెప్పవచ్చును. ముఖ్యముగా తత్వశాస్త్రమునందు ఈతని ప్రతిభ కొట్టొచ్చినట్లు కనపడును.

## అరేబియా :

యూరపు దేశములో విజ్ఞానశాస్త్రము ఎక్కువగా తెలియక పూర్వమే, అరేబియా దేశము విజ్ఞాన

ప్రగతి కలిగిఉండెను. ఆరోజులలో “హరూన్-ఆల్-రషీద్” అను రాజు గ్రీకుభాషలో ఉన్న గ్రంథములను తర్జుమా చేయించెను. దీని వలన విజ్ఞాన శాస్త్రపురోభివృద్ధి చురుకుగా సాగెను. భారతీయుల నుండి, గ్రీకుల నుండి తెలుసుకొనినటువంటి జ్ఞానముతో, అరబ్బు దేశీయులు అణుశక్తిని కూడా అభివృద్ధి పరిచిరి. 10 వ శతాబ్దమున అరబ్బు దేశీయులు వైద్య, రసాయన శాస్త్రమందు చాలా పురోగమనమును సాధించినారు అరబ్బు దేశీయులలో ప్రఖ్యాతి గన్న రసాయన శాస్త్రవేత్త జబీర్-ఇబాన్-హియర్ ఈయన ఆరోజులలోనే సీసపు కార్బోనేటు (Lead carbonate) అనునది తయారు చేయుట, పాషాణము (Arsenic) మరియు సోపీరము (Antimony) లను వాటి సల్ఫైడు (Sulphides) ల నుండి వేరుచేయుట తెలిపెను. అంతేకాక బట్టలకు అద్దకము అద్దుట, రంగులు వేయుట, తోలును శుభ్రము చేయుట మొదలగు వాటిని గూర్చి కూడా తెలిపెను. ఈ కాలములోనే ఖగోళ శాస్త్రమును, రేఖాగణిత శాస్త్రమును కూడ వేరుభాషల నుండి అరబీ భాషలోనికి అనువాదము చేయించుట జరిగెను. “అల్-హజీన్” అను ప్రముఖ గణితశాస్త్రవేత్త, విజ్ఞాన శాస్త్రమునకు సంబంధించిన ముఖ్య విషయములను గూర్చి వ్రాసెను. ఈయన రచనలే తరువాత కాలములో వైద్య శాస్త్రములో పాఠ్య పుస్తకములుగా కూడా ఉపయోగింపబడినవి. “డిమార్ఖయామ్” బీజ గణితము నందు ముఖ్యమైన సూచనలు చేసెను.

### రసవాదము : (Alchemy)

బంగారము, వెండి వలె కనిపించే నగలు వస్తువులు తయారు చేయవలెననే ఉద్దేశముతో రసవాదము ప్రారంభ మయ్యెను. ఇనుము, రాగి, ఇత్తడి మొదలగు లోహములకు కొంచముగా బంగారపు పూత పెట్టుట వలన వస్తువు బంగారము వలె మెరుస్తుంది. జ్యోతిష శాస్త్రము ప్రబలి ఉండుట

వలన బంగారము వాడుటచే నూర్యగ్రహ వరములు పొందవచ్చునని అనుకొనెడి వారు. ఈ నమ్మికతోనే వివిధములగు లోహములను బంగారము లోనికి మార్చుటకు ప్రయత్నము చేసి విఫలమైనారు. కాని తత్ఫలితముగా రసాయన శాస్త్రము చాలా అభివృద్ధి చెందెను.

### (iv) పునరుద్ధరణము

(Renaissance) :

16 వ శతాబ్ద కాలమున వివిధ ప్రాంతములలో జరిగిన వివిధరకములైన విజ్ఞానశాస్త్రములో చైతన్యము కలిగినట్లుగా పేర్కొనవచ్చును.

చైనా దేశీయులచే కనిపెట్ట బడిన అయస్కాంత మాపకము (దిక్సూచి) వలన సముద్ర యానము సులభకరమైనది. దీనిని తరువాత యూరప్ దేశీయులు వాడుకలోనికి తీసుకువచ్చిరి. 15 వ శతాబ్దము ప్రారంభమున సాహిత్యము నేర్చుకొనుట యందు గ్రీకు దేశీయులకు అభిలాష పెరిగెను. దీనికి ముఖ్యకారణముగా, ఆరోజులలో క్రొత్తగా వచ్చిన ముద్రణాలయం అని పేర్కొనవచ్చును. “లియూథో డా విన్స్” అనునతడు చిత్రలేఖనము, శిల్ప నైపుణ్యము, వాస్తు శాస్త్రము, భౌతికశాస్త్రము, జీవశాస్త్రము, తత్వ శాస్త్రములందు పేరెన్నిక గన్నవాడు. చూచుట, ప్రయోగము చేసి ఫలితమును కనుగొనుట వలననే విజ్ఞాన శాస్త్ర పురోభివృద్ధి కలుగునని నమ్మకముగల వ్యక్తి. భౌతిక శాస్త్రమునకు సంబంధించినంత వరకు శబ్దము, తరంగముల ద్వారా ప్రసారము జరుగుననియు, అదేవిధముగా కాంతి కూడా తరంగములద్వారా ప్రసారము జరుగుననియు గ్రహించెను. శరీరము నందు ఏ విధముగా రక్తప్రసారము జరుగునో అను దాని గూర్చి దేహ శాస్త్రమునందు విపులముగా వివరించెను. గణిత శాస్త్రమును ఆధారముగా చేసుకొని భౌతిక, రసాయనిక శాస్త్రప్రయోగములను గణిత



శాస్త్రము ద్వారా నిరూపించ వచ్చును, అని భావము కలిగి ఉండెను.

“కొపర్నికన్” అను శాస్త్రజ్ఞుడు గణితశాస్త్రము నందు, ౧౬ గోళ శాస్త్రమునందు ప్రావిణ్యము గణించిన వ్యక్తి. భూమి, సూర్యుడు మొదలగు గ్రహముల స్థితి గతులను కొంతవరకు చెప్ప కలిగెను. తరువాత కాలమున “కెప్లర్” అను శాస్త్రజ్ఞుడు సూర్యుడు నిశ్చలస్థితిలో నుండు ననియు, సూర్యునిచుట్టూ సమస్త గ్రహములు దీర్ఘ వృత్తా కారములో తిరుగుననియు పేర్కొనెను. వైద్య, రసాయన శాస్త్రములు కూడా మిక్కిలి అభివృద్ధి చెందెను. మగిషి యొక్క ఉష్ణోగ్రత చూచుటకు

ఒక క్రొత్త ధర్మామీటరు కనుగొనబడెను. “జీన్” మరియు “గాస్సాల్ట్” అనువారు వృక్ష శాస్త్రమునకు సంబంధించిన వారిలో పేరెన్నిక గన్నవారు, “రేనడీస్కాడ్స్” అను శాస్త్రజ్ఞుడు భౌతిక శాస్త్రమునందు ఉపయోగించుట కొరకై గణిత శాస్త్రమును తగు రీతిలో మెరుగు పరచెను.

ఈ విధముగా ఈ కాలములో విజ్ఞాన శాస్త్రము సర్వతోముఖాభివృద్ధి చెందెను.

బి. రాధాకృష్ణ

## 4. 16-19 శతాబ్దాల మధ్య విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధి

విజ్ఞాన శాస్త్ర చరిత్రను సమీక్షించేటప్పుడు, సృష్ట్యాదినుంచి క్రీ. శ. 1450 వ సంవత్సరము వరకు గల కాలాన్ని పురాతన, మాధ్యమిక వైజ్ఞానిక యుగముగాను, క్రీ. శ. 1450 నుంచి 18 వ శతాబ్దాంతము వరకు నవ్య విజ్ఞానపు ఆరంభ దశగాను, 19, 20 శతాబ్దాలు ఆధునిక విజ్ఞాన యుగముగాను విభజించవచ్చు. 19, 20 శతాబ్దాలలో జరిగిన విజ్ఞానాభివృద్ధి అంతకు పూర్వము అనేక వేల సంవత్సరాలలో జరిగిన దానికన్న అనేకరెట్లు ఎక్కువ. 19 వ శతాబ్దములో ప్రప్రథమముగా అనేక శాస్త్ర పరిశోధనాలయాలు, స్థాపింపబడి, చాలా క్రొత్త విషయాలు కనుగొన బడినవి. ముఖ్యముగా భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్రములలో అనేక విభాగాలకు (Subjects) ఈ శతాబ్దములో సుస్థిరమైన పునాదులు వేయబడ్డాయి. ఈ సైద్ధాంతాత్మిక

అభివృద్ధి ఆధారముగా డైనమో, డెలిగ్రాఫ్ వంటి అనేక ప్రజోపయోగకర సాధనాలు 19 వ శతాబ్దములోనే కనుగొన బడినవి. ఇట్టి సాధనాలవల్ల నాగరిక ప్రపంచములోని ప్రజలజీవితము సంపూర్ణముగా మారిపోయినది ఈ సమీక్షలో 16-19 శతాబ్దాల మధ్య విజ్ఞానశాస్త్రము ఏ విధముగా పురోభివృద్ధి చెందినదో తెలుసుకొందాము.

### భౌతిక శాస్త్రము

యాంత్రిక శాస్త్రము :

అనేక ప్రయోగాల ఫలితంగా యాంత్రిక శాస్త్రపు సుస్థిర స్థాపనకు పునాదులు వేసిన మొట్టమొదటి శాస్త్రజ్ఞుడుగా పేర్కొన దగినవాడు గెలిలియో గెలిలి (1564-1642). రెండు విధిన్న ద్రవ్యరాశులు కల వస్తువులను పీసా (Pisa) లోని

దర్శినిని నిర్మించడంతో, కొపెర్నికస్ ప్రతిపాదించిన సూర్యకేంద్రనమూనాకు సుస్థిరత ఏర్పడినది. ఏపిల్ పండు చెట్టునుంచి క్రిందపడుటను న్యూటన్ గమనించి, బహుశః దానిచే ప్రభావితమై, కెప్లర్ సూత్రాలనుంచి సార్వత్రిక గురుత్వాకర్షణ సూత్రాన్ని ఉద్ఘాటించాడు. గురుత్వాకర్షణ శక్తిని నిర్వచించడంవల్ల అతడు గ్రహాలు సూర్యుని చుట్టూ ఎట్లు పరిభ్రమింప గలుగుతున్నాయి అనే చిక్కు ప్రశ్నకు పరిష్కారాన్ని చూపగలిగినాడు.

తరువాత రెండు శతాబ్దాలలోను ప్రయోగ పద్ధతులు అభివృద్ధి చెందుటయేకాక శక్తిమతమైన పెద్ద దూరదర్శనులు నిర్మింపబడినవి. తత్ఫలితంగా ఖగోళశాస్త్రము శాఖోపశాఖలుగా విస్తరించినది. క్రొత్త గ్రహాలు, వాటి ఉపగ్రహాలు కనుగొనబడినవి. వాటి కక్ష్యలు, భ్రమణకాలము, పరిభ్రమణ కాలములు కచ్చితముగా కనుగొనబడినవి. భూమి, తదితర గ్రహాల పరిమాణము, ద్రవ్యరాశి, కనుగొనుటకు సూర్యుని ఉష్ణోగ్రత కొలుచుటకు క్రొత్త పద్ధతులు కనిపెట్టబడినవి. వర్ణపట శాస్త్రము (Spectroscopy) అభివృద్ధి చెందడంతో గ్రహాలచుట్టూ, సూర్యునిచుట్టూ ఉన్న వాతావరణములోని పదార్థాలు కనుగొనడానికి వీలయినది.

### దృశ్య శాస్త్రము

1621 వ సంవత్సరములో స్పెల్స్ అను నాతడు పరావర్తన సూత్రాన్ని కనుగొన్నాడు, 1666 లో న్యూటన్ తెల్లకాంతి (White Light) ఏడు రంగుల సమ్మేళనమువల్ల కలుగునని కనుగొనెను. 1665లో గ్రే మేర్లీ కాంతి వివర్తన దృగ్విషయాన్ని (Phenomenon of Diffraction of Light) 1801లో థామస్ యంగ్ కాంతి వ్యతికరణాన్ని (Interference of Light) కనుగొన్నారు. హుక్, హైగెన్స్లు కాంతి వ్యతికరణముపై పరిశోధనలు జరిపినారు.

ఈ కాలములో కాంతిస్వభావము, ప్రసరణ పద్ధతులపై విభిన్న వాదములు చెలరేగినవి. న్యూటన్ కాంతి ప్రసరణను విశదీకరించడానికి కణ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించినాడు. దీనిప్రకారం కాంతిజనక వస్తువునుంచి అనేక సూక్ష్మాతి సూక్ష్మ కణాలు వెలువడి కంటిపైన పడి దృష్టిని ప్రేరేపిస్తాయి. కణ సిద్ధాంతరీత్యా కాంతి సరళ మార్గ ప్రసరణాన్ని సులభముగా వివరించగల్గారు. కాని వ్యతికరణవివర్తన దృగ్విషయాలను కణ సిద్ధాంతముపై వివరించుట అసాధ్యము. హైగెన్స్ తన ప్రయోగాల ఫలితంగా కాంతి తరంగ రూపములో ప్రసరించునునిన్నీ, మనచుట్టూ ఉన్న ప్రదేశంలో ఈథర్ ఉండిటం వల్ల కాంతి తరంగాల ప్రసరణ సాధ్యపడుతోందని ప్రతిపాదించాడు. తరంగ సిద్ధాంత రీత్యా కాంతి వ్యతికరణము, వివర్తనములను వివరించడానికి వీలయింది. కాని సరళ మార్గ ప్రసరణను నిరూపించడం సాధ్యపడలేదు. కాంతి తరంగాలు తిర్యక్ తరంగాలు అనే భావనను మొట్టమొదట హుక్ వెలిబుచ్చెను. కాంతి ద్రువణాన్ని (Polarisation of Light) కనుగొన్న తరువాత కాంతి తరంగాలు తిర్యక్ తరంగాలుగా ఉండి, తీరవలెనని తేలినది. 1862లో మేక్స్ వెల్ ప్రతిపాదించిన విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతం ప్రకారము కాంతి తరంగాలు తిర్యక్ రూపంలో ఉంటాయని స్పష్టమైనది. ఫ్రెన్సెల్, గ్రీన్ కౌషీ, స్టోక్స్ తదితరులు కాంతి తరంగ సిద్ధాంతాన్ని బాగుగా విస్తృత పరచి, సిద్ధాంతము ప్రయోగ ఫలితాలతో ఏకీభవిస్తున్నట్లు చూపినారు.

1675లో రోమర్ గురుగ్రహము యొక్క ఉపగ్రహాల (Moons of Jupiter) ప్రయాణ కాలాన్నిబట్టి కాంతి వేగాన్ని కనుగొనగల్గాడు.

### ధ్వని శాస్త్రము

కంపించే తంత్రులపై పరిశోధనలతో ధ్వని శాస్త్రము ప్రారంభింపబడినదని చెప్పవచ్చు. ఈ

పరిశోధనలు జరిపిన వారిలో గెలీలియో, మెర్సెన్ (Mersenne) ముఖ్యులు ధ్వని తరంగాల స్వభావము, వాటి ప్రసరణలపై గ్రెమేట్, హైగెన్స్, న్యూటన్లు, అధిక కృషి చేసినారు, 19 వ శతాబ్దపు ప్రారంభంలో లెగ్రాంజ్ (Lagrange) లేప్లాస్ (Laplace), పాయిజన్ (Poisson), గౌస్ (Gauss), కాపీ (Cauchy) వంటి మేధావంతులైన గణిత శాస్త్రజ్ఞులు కంపన గమనము, తరంగ చలన దృగ్విషయాలపై సిద్ధాంతరీత్యా అనేక పరిశోధనలు సల్పినారు. విస్పందన దృగ్విషయాన్ని (Phenomenon of Beats) హెల్మ్హోల్ట్జ్, అనునాదక దృగ్విషయాన్ని (Phenomenon of Resonance) రేలీ (Rayleigh) వివరించినారు. ధ్వని తరంగాల వ్యతిరేకముపై వీబర్ సోదరులు, హెర్షెల్ (Herschel), క్వింకె (Quincke) మొదలైన వారు అనేక ప్రయోగాలను చేసినారు.

1877 సంవత్సరములో ఎడిసన్ (Edison) గ్రామోఫోన్ సూత్రాన్ని కనుగొన్నప్పటికి, అది మార్కెట్ లోనికి రావడానికి ముప్పుయి సంవత్సరాలు పట్టినది. చెలిఫోను సూత్ర ప్రాయంగా ఫిలిప్ రీస్ (Phillip Reis) 1861 లో కనుగొన్నప్పటికి, అలెగ్జాండర్ గ్రాహమ్ బెల్ 1876లో దానిని అభివృద్ధి పరచి వాడుకలోనికి తేవలసి వచ్చినది.

### ఉష్ణ శాస్త్రము :

ఉష్ణ శాస్త్రములో జరిపిన కృషి ఫలితంగా 17 వ శతాబ్దములో గెలీలియో, సేంటోరియో (Santorio), బేకన్ (Bacon), టారిసెల్లి మొదలైన శాస్త్రజ్ఞులు వాయువును ఉష్ణ వ్యాకోచ పదార్థంగా వాడి ఉష్ణోగ్రతా మాపకాలను నిర్మించారు. 1714 లో వాయువునకు బదులు పాదరసాన్ని వాడి, ఫెహరన్ హీట్ (Fahrenheit) ఉష్ణోగ్రతా

మాపకాన్ని నిర్మించాడు. ఆదర్శ వాయువును ఉపయోగించి ప్రామాణిక ఉష్ణోగ్రతా మాపకాలు నిర్మింపబడినవి. 1821 వ సంవత్సరములో సీబెక్ ఉష్ణ విద్యుత్ ప్రభావాన్ని కనుగొన్న తరువాత, ఉష్ణ విద్యుత్ ఉష్ణోగ్రతామాపకాలు నిర్మింపబడినవి. 1776 వ సంవత్సరంలో జేమ్స్ వాట్ ఆవిరి యంత్రాన్ని (Steam Engine) కనుగొన్నాడు. ఉష్ణ యాంతికశక్తుల మధ్యగల సంబంధాన్ని బెల్ సమగ్రముగా పరిశోధించినాడు. సాడి కార్నో 1824 వ సంవత్సరంలో కార్నో ఇంజనీమ ప్రతిపాదించి ఉష్ణగతిక శాస్త్రానికి పునాదులు వేసినాడు. 1850 నాటికి ఉష్ణానికి సంబంధించిన యాంతిక సిద్ధాంతాన్ని (Mechanical Theory of Heat), శక్తి నిత్యత్వ సూత్రాన్ని ఆమోదించినారు. 1850 లో క్లోషియస్ ఉష్ణగతిక శాస్త్రపు రెండవ నియమాన్ని, దాని రూపాంతరాన్ని కెల్విన్ 1851 లోను ప్రకటించారు. 1854 లో కెల్విన్ ఉష్ణోగ్రతను కొలుచుటకు ఉష్ణగతిక స్కేలు (Thermodynamic Scale of Temperature) ను ప్రతిపాదించాడు.

### విద్యుత్తు, అయస్కాంత శాస్త్రము :

17 వ శతాబ్దములో విలియమ్ గిల్బర్ట్ 'డిమేగ్నెట్' (De Magnete) అనే ప్రసిద్ధ గ్రంథాన్ని ప్రచురించినాడు. విద్యుచ్ఛక్తికి, అయస్కాంత త్యానికి మధ్యగల తేడాను అతడు స్పష్టీకరించి, విద్యుద్దీకరణ చేయగల అనేక పదార్థాలను కనుగొన్నాడు. భూమి ఒక పెద్ద గోళాకారపు అయస్కాంతము అనే సత్యాన్ని మొట్టమొదట గుర్తించినది ఈతడే. విద్యుత్ శాస్త్రము 18 వ శతాబ్దములో ఎక్కువ పురోగతి చెందినది. స్టీఫెన్ గ్రే (Stephen Gray, 1670-1736) వాహకములకు, బంధకములకు మధ్యగల తేడాను స్పష్టీకరించినాడు. డ్యు ఫేంగ్ (Du Fang 1698 - 1739)

మొట్టమొదటిసారిగా విద్యుచ్ఛక్తిలో రెండురకాలు - ఒకటి విట్రియస్ (Vitreous) రెండవది రసినస్ (Resinous) - ఉంటాయని నిర్ధారించి విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క ద్విప్రవాహి సిద్ధాంతాన్ని (Two Fluid Theory of Electricity) ప్రతిపాదించాడు. ఛార్జ్ (charge) అనే పదాన్ని ప్రవేశపెట్టి, ఆవేశాలలో (charges) ధన, ఋణ, ఆవేశాలు అని రెండు రకాలు ఉంటాయని మొదట మాపినది బెంజామిన్ ఫ్రేంక్లిన్ (Benjamin Franklin 1706-1790) విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క ఏక ప్రవాహి సిద్ధాంతాన్ని (One Fluid Theory of Electricity) అతడు ప్రతిపాదించినాడు. విద్యుచ్ఛక్తిని 18 వ శతాబ్దములో కనుగొనడంతో విద్యుత్ శాస్త్రములో పరిమాణాత్మక పరిశోధనలు మొదలయినవి. ఈ శాస్త్రములో అత్యధిక కృషిచేసిన హెన్రీ కావెండిష్ (1713-1810) స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రంలో విరోమ వర్గ నియమాన్ని నిరూపించాడు. కండ్లెన్బర్గ్ సూత్రాన్ని తెల్పి దాని కెపాసిటీని కొలవగల్గినాడు. పౌలెన్సియల్ యొక్క భావనను సృష్టికరించి ఓమ్ సూత్రాన్ని 50 సంవత్సరాల ముందుగానే ఊహింపగల్గాడు. 18 వ శతాబ్దాంతము, 19వ శతాబ్దప్రారంభములో, లెగ్రాంజ్, పోయిజన్ (Poisson), గ్రీన్ (Green), గౌస్ (C. F. Gauss) లు విద్యుత్ శాస్త్రము అయస్కాంతత్వముల సిద్ధాంతాలను విస్తృత పరచినారు. గాల్వనీ, వోల్టాలు విద్యుత్ శాస్త్రములో మౌలిక ఆవిష్కరణలు చేసినారు. అనేక ప్రయోగాల ఫలితంగా ఓయర్ స్టెడ్ (1777-1851) విద్యుత్ప్రవాహానికి అయస్కాంతత్వానికి మధ్యగల సంబంధాన్ని నిరూపించినాడు. విద్యుత్ప్రవాహముగల తీగచుట్టూ ఉండే అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రతను ఇచ్చే బయల్డ్ - నేవర్డ్ సూత్రము 1820 లో కనుగొనబడినది. మేఖా వంతుడైన ఫ్రెంచ్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు ఆంపియర్

(1775-1836) అతి ముఖ్యమైన ప్రయోగాలు చేసి విద్యుత్ ప్రవాహముగల వలయము అయస్కాంత కర్పరమునకు తుల్యమని నిరూపించినాడు. విద్యుత్ ప్రవాహముపై అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావాన్ని అతడు కనుగొనినాడు. 1825 వ సంవత్సరములో ఓమ్ (1787-1854) ప్రసిద్ధ ఓమ్ సూత్రాన్ని కనుగొన్నాడు. మైకెల్ ఫారడే 1831 లో విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ నియమాన్ని తెల్పి దానిని పరిమాణాత్మకంగా నిరూపించినాడు. ఈ నియమాన్ని పరీక్షించే ప్రయత్నములో అతడు కనుగొని నమూనా (Prototype) ను కనుగొన్నాడు. బలరేఖల (Lines of Forces) భావనను మొదట ప్రవేశపెట్టినది ఈతడే. తరువాత సంవత్సరాలలో విద్యుదయస్కాంతాలపై అధిక కృషి చేసిన జోసెఫ్ హెన్రీ (1799-1878) పరిశోధనల ఫలితంగా డెలిగ్రాఫ్ కనుగొనబడినది.

### ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రము :

ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రముపై అధిక ప్రభావము గల మూడు అతి ముఖ్య ఆవిష్కరణలు (Discoveries) 19 వ శతాబ్దపు ఆఖరి సంవత్సరాలలో జరిగాయి. 1895 వ సంవత్సరంలో రాంట్జన్ (Rontgen) X - కిరణాలను కనుగొన్నాడు. 1896 లో బెకరల్ (Becquerel) రేడియో ధార్మికతను 1897 లో కాథోడ్ కిరణాల కణ స్వభావాన్ని (Corpuscular Nature of Cathode Rays) జె. జె. థామస్ కనుగొన్నారు. 20 వ శతాబ్దపు ప్రథమ అర్థభాగంలో విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధిపై వీటికి అధిక ప్రభావము ఉండటమే కాక ఇవి అంతర్జాతీయ రాజకీయ అధికారము (International Political Power) లో అనేక మార్పులు తీసుకొని వచ్చాయి. ప్రజల జీవిత సరళిలో కూడా మార్పులు తీసుకొని వచ్చాయి.

**రసాయన శాస్త్రము :**

థియోఫ్రాస్ట్ వాన్ హోహెన్ హైమ్ (Theophrast Von Hohenheim 1490-1541) ఒక స్వీస్ డాక్టరు. ఇతనిని పారా సెల్సుస్ (Paracelsus) అని కూడా పిలిచేవారు. ఇతడు డాక్టరే కాక రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడుకూడా. ఇతడు అనేక పదార్థాలను తయారుచేసినాడు. వాటిలో ఈథర్ ఒకటి. వాయుపదార్థాలను మొదట గుర్తించి ('gas') అనే పదాన్ని ప్రవేశపెట్టినది.

**వాన్ హెల్మంట్ (Von Helmont)**

18 వ శతాబ్దపు ప్రారంభంలో హోంబెర్గ్ (Homburg) అష్టములు, ఊరములు, లవణములుగామారే రసాయనిక చర్యలను (Chemical Reactions) పరిశోధించినాడు. ఈ పరిశోధనలు, తరువాతి, రసాయన నిర్మాణ సిద్ధాంతాలకు (Theories of Chemical Structure) దారితీసినవి. ప్రప్యోరాజుకు డాక్టరైన స్టాల్ (1660-1734) వస్తువులు మండటాన్ని 'ప్లాజిస్టాన్ సిద్ధాంతము' పై వివరించినాడు. దీని ప్రకారము వస్తువులు మండినప్పుడు వాటినుంచి ప్లాజిస్టాన్, బహిర్గత మవుతుందని అతడు తెల్పినాడు. 18 వ శతాబ్దము చివరవరకు ఈ సిద్ధాంతము వైననే రసాయనిక చర్యలు వివరింప బడ్డాయి.

ఆ తరువాత అనేక కొత్త పదార్థాలు కనుగొనబడినది. సాల్ట్ పీటర్ (Salt Petre) నుంచి ఆక్సిజన్ ను 1678 వ సంవత్సరంలో బోర్చ్ (Borch) తయారుచేసినాడు. 1755లో జోసెఫ్ బ్లేక్ (Joseph Black) కార్బన్ డైఆక్సైడ్ లేక కార్బనిక్ ఆమ్లమును, 1774లో షీల్, క్లోరిన్ ను (Chlorine) కనుగొన్నారు. మెర్క్యూరిక్ ఆక్సైడ్ ను వేడిచేసి ఆక్సిజన్ ను జోసెఫ్ ప్రీస్టీ (Joseph

Priestley 1733-1804) తయారు చేసి అది మండటానికి సహాయకారి అనిన్నీ, శ్వాసప్రక్రియ (Respiration) కు ఉపయోగ పడునని కనుగొన్నాడు. 1781 లో కావెండిష్ నీరు మూలకము కాదనిన్నీ, సంయోగ పదార్థమనిన్నీ కనుగొన్నాడు. లెవోయిజర్ (Lavoisier, 1743-1794) హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ ల సంయోగము వలన నీరు ఏర్పడునని కనుగొనెను. కొన్ని పదార్థాలు రసాయనిక చర్యలో పాల్గొన్నప్పుడు, రసాయనిక చర్య ముందున్న వాటి ద్రవ్యరాశి, రసాయనిక చర్య తరువాత ఏర్పడిన పదార్థాల మొత్తము ద్రవ్యరాశికి సమానమని అతడు చూపించెను. దీనితో 'ప్లాజిస్టాన్' సిద్ధాంతానికి స్వస్తి చెప్పబడినది.

19 వ శతాబ్దపు ప్రారంభంలో జాన్ డాల్టన్ (1766-1844) వాయువుల ధర్మాలు. పరమాణు సిద్ధాంతరీత్యా సులభముగా వివరింప వచ్చునని చూపెను. రసాయనిక చర్యలో పాల్గొనే ద్రవ్యముయొక్క అతి చిన్నభాగము పరమాణువునకు, స్వేచ్ఛాస్థితిలో ఉండగలిగిన అతిచిన్న కణము, అణువునకుగల భేదాన్ని 1858 లో కాన్నిజారో (Cannizzaro) విశదీకరించాడు. వేలెన్సీ (Valency) యొక్క భావన పరమాణు సిద్ధాంతములో విరివిగా వాడబడినది.

డాల్టన్ నాటికి తెలిసిన మూలకాల సంఖ్య 20. కొత్తమూలకాలు కనుగొనడంతో ఈ సంఖ్య 92 కు పెరిగినది. అయిదు జడవాయువులు - ఆర్గాన్, హీలియమ్, క్రిప్టాన్, నియాన్, క్షీనాన్ కనుగొనబడినవి. అనేక రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు భౌతిక రసాయనిక ధర్మాలకు, పరమాణు భారానికి మధ్యగల సంబంధాన్ని కనుగొనడానికి ప్రయత్నించారు. వీరందరిలో రష్యన్ శాస్త్రజ్ఞుడైన మేండ

లీప్ (Mendeleeff) ఈ ప్రయత్నములో కృత కృత్యుడైనాడు. మూలకాలను వాటి పరమాణు భారాల ఆధారంగా క్రమములో అమర్చి ఆవర్తన పట్టిక (Periodic Table) ను తయారుచేసినాడు. దీని సహాయమున కొన్ని కొత్త మూలకాలను కనుగొనడానికి వీలయినది.

మొక్కల యొక్కయు, జంతువుల యొక్కయు శరీరాలు క్లిష్ట రసాయనిక పదార్థాలతో చేయబడి ఉన్నవి. వీటన్నిటిలోను కార్బన్ ముఖ్యమైన మూలకము. ఈ పదార్థాలు ప్రకృతి చర్యవల్ల మాత్రమే తయారు అవుతాయని చాలా కాలము భావింపబడినది. కాని యూరియా, ప్రయోగశాలలో సంశ్లేషణవల్ల తయారు కావడంతో ఈ ఉద్దేశము సరికాదని తేలింది. దీని తరువాత అనేక కృత్రిమ పదార్థాలు తయారు చేయబడినవి. 1887 లో ఎమిల్ ఫిషర్ వాటి మూలకాల నుంచి ఫ్రక్టోజ్ (Fructose)ను, గ్లూకోజ్ (Glucose)ను తయారు చేసెను.

లవోయిజర్, బెర్జీలియస్, లీబిగ్ తదితరులు సంయోగ పదార్థములోని వివిధ పదార్థాల శాతము (Percentage Composition) కనుగొనే పద్ధతిని కనుగొన్నారు. 1865 లో కెక్కులే (Kekule) బెంజీన్ ( $C_6H_6$ ) అణువు నిర్మితి ఆరు కార్బన్ పరమాణువులు కల ఆవృత వలయము (Closed Ring) చే సూచింప వచ్చునని చూపెను. ఈ విధముగా అనేక ఆర్గానిక్ (Organic) సంయోగ పదార్థాలకు నిర్మాణాత్మక ఫార్ములాలు (Structural Formulae) కనుగొనబడినవి. కోల్ టార్ (Coal-tar) యొక్క రసాయనిక శాస్త్రము పెద్ద పరిశ్రమగా అభివృద్ధి చెందినది. టార్ (Tar) నుంచి ఎనిలిన్ (Aniline) అనే పదార్థము తయారు చేయబడినది. 1856 లో పెర్కిన్, ఎనిలిన్ డై (Aniline dye) లేక రంగును కను

గొనెను. దీని తరువాత అనేక ఇతర రంగులు కనుగొనబడినవి. ఎంటిపైరెన్ (Antipyrene, 1883), ప్లెనేసిటిన్ (Plenacetin, 1887) ఎసిటిక్ సెలిసిలిక్ ఆసిడ్ లేక ఆస్పిరిన్ (1899) మొదలైన సంశ్లేష ఆర్గేనిన్ మందులు తయారు చేయబడినవి.

19 వ శతాబ్దాంతములో అనేక ఆర్గానిక్ పదార్థాలు ప్రయోగశాలలో సంశ్లేషింపబడి, వాటి ధర్మాలు, నిర్మితి కూలంకషంగా పరిశోధింపబడినవి. ఇట్లు తయారు చేయబడిన పదార్థాలలో మాంస కృత్తులు (Proteins), కొవ్వు పదార్థాలు (Fats) కార్బోహైడ్రేటులు (Carbohydrates) ఉన్నవి. వీటన్నిటిలో మాంసకృత్తులు అతి జటిల (complex)మైనవి. ఇవి విచ్ఛేదము చెందినప్పుడు ఏమినో ఆసిడ్ (Amino acids) లు ఏర్పడతాయి. ఫిషర్ ఈ ఏమినో ఆసిడ్స్ ను పెప్టోన్ (Peptones) లను పోలిఉండే పదార్థాలుగా మార్చే పద్ధతులు రూపొందించాడు. ఈ విధంగా 19 వ శతాబ్దాంతములోగా ప్రాణము ఉన్న జీవుల (Living Organisms) లో ఉండే పదార్థాల స్వభావము, వాటిని తయారు చేయుటకు ఉపయోగించే సంశ్లేష పద్ధతులు కనిపెట్టబడినవి.

రసాయనిక ఆకర్షణ (Chemical Affinity), రసాయనిక చర్యలు జరిగే విధానము (Mechanism), వాటికి గల కారణాలు న్యూటన్ నుంచి మొదలుపెట్టి అనేకమంది పరిశోధనలు జరిపినారు. ఏక అణుక, ద్వి అణుక విక్రియల (Monomolecular and Dimolecular Reactions) పై సమగ్రముగా పరిశోధనలు జరుపబడినవి. 1864లో గుల్డ్బెర్గ్, వాగెలు, (Guldberg and Wegel) 1877 లో ఫాంట్ హాఫె (Van't Hoff) ద్రవ్యరాశి చర్య, నియమము (Law of Mass Action) యొక్క సంపూర్ణ నిర్వచనాన్ని ఇచ్చారు.

కేటలిస్టు (Catalyst) సమక్షములో రసాయన ప్రక్రియలు చురుకుగా సాగునని బెర్జీలియన్ కనుగొనెను.

వినిధ ద్రావణములు, వాటి ధర్మాలపై కూడా అనేక పరిశోధనలు జరుపబడినవి. ముఖ్యంగా ద్రావణాల విద్యుద్వాహకత్వము, (Electrical conductivity) పై అనేక విషయాలు తెలుసుకొన్నారు. ఈ విషయాలపై పరిశోధనలు జరిపిన వారిలో ముఖ్యులు - ఫేరడే, హిట్టార్ఫ్ (Hittorf) కోల్ రాష్ (Kohlrausch) ఎలక్ట్రోలైట్లు వాటి ద్రవాభిసరణ పీడనము (Osmotic Pressure), వాహకత్వములపై పరిశోధనలు జరిపినారు. వీటి ఆధారముగా 1887 లో ఆర్రీనియస్ (Arrhenius) ఎలక్ట్రోలైట్లు ద్రావణములుగా ఏర్పడినప్పుడు అవి అయానులు (Ions) గా వియోజనము (Dissociate) చెందునని సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు. ద్రావణ సిద్ధాంతము (Theory of Solutions) వల్ల భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులకు అయానులనుగురించి తెలిసినది. వీరు తరువాత వాయువులలో విద్యుద్వాహకత్వాన్ని పరిశీలించినప్పుడు ఈ విజ్ఞానము వారికి ఎంతో ఉపయోగపడి, అధునాతన భౌతిక శాస్త్రాభివృద్ధికి దోహదకారియైనది.

స్ఫటికాభాసాలకు (Crystalloids), అంతకన్న పెద్దవిగా ఉండే కొలాయిడ్లకు (Colloids) గల భేదాన్ని థామస్ గ్రహమ్ (Thomas Graham) 1850 వ సంవత్సరములో గుర్తించాడు. ప్రాణముతో ఉన్న జీవ కణాల (Living Cells) లో ఉండే ప్రోటోప్లాజమ్ (Protoplasm) లు కొలాయిడ్లు ఉంటాయి. ఇవియే ఫిజియాలజీలో కొలాయిడ్ల ప్రాముఖ్యతకు గల కారణము. కొలాయిడ్లు వ్యవసాయ శాస్త్రములోకూడా ముఖ్యమైనవే. హార్డి (Sir W. B. Hardy), ఫేరడే, గ్రహమ్లు కొలాయిడ్లపై అనేక పరిశోధనలు జరిపినారు.

### మానవ శరీర శాస్త్రము :

మానవ శరీరాలను కోయడానికి గల అయివ్వత వల్ల అనాటమీ (Anatomy) లో 18 వ శతాబ్దము వరకు పరిశోధనలు జరగలేదు. ఆండ్రి వెసాలియస్ (Andreas Vesalins, 1515-1564) ను మొదటి అనాటమిస్ట్ గా పేర్కొనవచ్చును. ఎముకలు, రక్తనాళాలు, (Veins) పొత్తి కడుపులోని ఇంద్రియాలు (Abdominal Organs) మెదడు (Brain) వీటినిగురించి అతడు చేసిన కృషి గమనించతగ్గది. విలియమ్ హార్వే (William Harvey, 1578-1657) రక్తప్రసరణలో గుండె చేసే పనిని స్పష్టీకరించినాడు. 1661 లో మాల్పిగి (Malpighi) కప్పయొక్క ఊపిరితిత్తిని సూక్ష్మదర్శినితో పరిశీలించి దానిలోని ఆర్డరీలు, వైనులు (Arteries and Veins) కేళనాళికల (Capillary Tubes) తో కలపబడినవని కనుగొన్నాడు. ఈ విషయము కనుగొనడానికి పూర్వము వాటిమధ్య మాంసము (Flesh) మాత్రమే ఉన్నదని భావించారు. హేల్స్ (Hales) మొదటిసారిగా రక్తపు ఒత్తిడి (Blood Pressure) ని కొలిచినాడు. 18 వ శతాబ్దపు మధ్యభాగంలో ఆల్బ్రెక్టు వాన్ హేలర్ (Albrecht Van Haller, 1708-1777) ఫిజియాలజీపై ఎనిమిది భాగాలు కల మహా గ్రంథాన్ని రచించాడు. వీటిలో అప్పటివరకు తెలిసిన ఫిజియాలజీ విజ్ఞానాన్నంతనీ క్రమపద్ధతిలో ప్రచురించాడు. అతడు శ్వాస ప్రక్రియను గురించియు, పిండాభివృద్ధి (Development of Embryo) గురించియు, కండర అనిశ్చలత (Muscular unstability) గురించియు పరిశోధించినాడు. నరములు అన్నీ మెదడు మధ్యభాగానికి కలపబడి ఉన్నాయనిన్నీ, మన జ్ఞానేంద్రియాలకుకలిగిన అనుభవాలను నరాలు మెదడుకు చేరవేయడంవలన మనకు వివిధ అనుభూతులు కలుగుతున్నాయని అతడు చెప్పినాడు. తరువాత సంవత్సరాలలో నాడీ విధానము (Nervous

పై జొహానీస్ మ్యుల్లర్ (Johannes Muller), గాల్ (Gall), మెజెండీ, (Majendie), బెర్నార్డు (1813-1878) మొదలైనవారు అనేక పరిశోధనలు జరిపారు. గాల్, పెదడులోని బూడిదరంగు పదార్థము నాడీ విధానంలో ముఖ్య సాధన (Active Instrument) మరియు తెల్లని పదార్థము వివిధ భాగాలను కలపడానికి ఉపయోగిస్తుందని కనుగొన్నాడు. ఇన్నాగేనిక్ కెమిస్ట్రీలో ఉపయోగించే కెటాలిటిక్ చర్యలు ప్రాణముతో ఉన్న జీవుల (Living Organisms)లో జరిగే అనేక ప్రక్రియలకు గూడా అనువర్తింప బడ్డాయి. ఆర్గానిక్ కేటలిస్టులకు కూన్ (Kuhn) 1878 లో ఎంజైమ్స్ (Enzymes) అని పేరుపెట్టినాడు. పీటిలో ముఖ్యమైనవి : ఎమిలేస్ (Amylase) - ఇది స్టార్చ్ (Starch) ని విడదీస్తుంది (Decomposes). పెప్సిన్ (Pepsin) - ఇది ప్రొటైన్లను విచ్ఛేదిస్తుంది. 1884 లో షిఫ్ (Schiff) ఒక జంతువుయొక్క, థైరోయిడ్ గ్రంథి (Thyroid Gland) నిర్మూలనవల్ల కలిగే ఫలితాలను, ఆ గ్రంథినుంచి తీసిన సారాన్ని (Extract) జంతువునకు ఆహారంగా ఇవ్వడంవల్ల, ఆ ఫలితాలు కలుగకుండా చేయవచ్చునని కనుగొనెను. ఈ ప్రయోగ ఫలితము వెనువెంటనే మానవులకు కూడా విజయవంతముగా అనువర్తింపబడినది. పిల్లలలో బుద్ధిమాంద్యము డైరోయిడ్ గ్రంథి సరిగాపనిచేయక పోవడంవల్ల కలుగుతుంది. ఆ గ్రంథి సారాన్ని (Extract) పిల్లలకు ఇవ్వడంవల్ల వారి మెదడు చురుకుగా పనిచేసినట్లు ఋజువైనది.

### జీవశాస్త్రము (Biology) :

సూక్ష్మదర్శని సహాయంతో సూక్ష్మ జీవులు అనేకము ఉన్నట్లు కనుగొనబడినది. జంతువులలోని వివిధ భాగాల నిర్మాణము, అవి చేసే పనులు, సూక్ష్మదర్శనిని ఉపయోగించి తెలుసుకోగల్గారు. 17 వ శతాబ్దములో గ్రూ (Grew), మల్ పిగి (Malpighi) లు మొక్కలను సూక్ష్మదర్శని సహాయంతో పరిశోధించడంవల్ల వాటి నిర్మాణాన్ని గూర్చి సరియైన అభిప్రాయాలు సేకరించగల్గారు. (1678) గ్రూ, స్టేమనులు (Stamens) పురుషేంద్రియాలు (Male Organs)గా పనిచేస్తాయని కనుగొన్నాడు. తరువాత స్టేమనులలో పుప్పొడి (Pollen) ఉంటేనే కాని ఫలదీకరణము (Fertilization) కానేరదని తెలుసుకొన్నారు. జంతు శాస్త్రజ్ఞుడు, వృక్ష శాస్త్రజ్ఞుడు అయిన జాన్ రే (John Ray, 1627 - 1705) ఇంగ్లండులోను యూరపులోని వివిధ దేశాలలోను ప్రయాణముచేసి జంతువుల యొక్కయు, వృక్షముల యొక్కయు జాబితాలను, తయారు చేసి వాటిపై పరిశోధనలు జరిపి అనేక పుస్తకాలను రచించినాడు. రే తరువాత, లిన్నయస్ (Linnaeus, 1707 - 1778) వృక్షశాస్త్రపు క్రమానుగతాభివృద్ధికి తోడ్పడెను. అతడు జననేంద్రియాల (Sex - Organs of Plants) ను బట్టి వృక్షాలను వర్గములుగా విభజించాడు. ఇప్పుడు జీవశాస్త్రజ్ఞులు (Biologists) వాడుతున్న అర్థములో స్పీషిస్ (Species) అన్న పదాన్ని మొట్టమొదట ప్రవేశపెట్టిన ఘనత ఇతనికి దక్కినది.

పరిణామము (Evolution) :

పరిణామపు అభిప్రాయము (Idea of Evolution) కొంతమంది గ్రీకు తాత్వికులకు పరిచయమైనదే. అయితే తరువాత వచ్చిన పరమాణు శాస్త్రజ్ఞులు (Atomists) వివిధ జాతులు (Species) ఒకదానినుండి ఒకటి కాక విడివిడిగా ఉద్భవించినట్లు భావించారు. కాని బేకన్, డెస్కార్ట్, (Descartes) లై బ్నిట్జ్, కౌంట్ మొదలైనవారి రచనలలో పరిమాణపు అభిప్రాయము తిరిగి సమర్థింప బడినది. పరిణామ సిద్ధాంతాన్ని మొట్టమొదట లమార్క్ (Lamarck, 1744-1829) సంపూర్ణముగా ప్రతిపాదించాడు. అయితే డార్విన్ (1809-1882) వివిధ వృక్షములు జంతువులలో



మార్పులు, వాటి సంతానాభివృద్ధి గురించి ప్రయోగాలు చేయడంలోను, అనేక యదార్థాలను సేకరించడంలోను, ఇరవై సంవత్సరాలు గడిచి 1859 లో 'ది ఆరిజిన్ ఆఫ్ స్పీషిస్' (The Orgin of Species) అనే మహాగ్రంథాన్ని ప్రచురించాడు డార్విన్ యొక్క పరిణామ సిద్ధాంతము మానవుని సృష్టినిగూర్చిన అధ్యయనానికి దారితీసి మరొక సరికొత్త విజ్ఞానశాస్త్ర ప్రారంభానికి తోడ్పడినది. ఇదియే మానవ శాస్త్రము (Anthropology) గా రూపొందినది.

### బాక్టీరియాలజీ :

19 వ శతాబ్దములో బాక్టీరియాలజీ (Bacteriology) లో కూడా కొన్ని ముఖ్య విషయాలు కనుగొనబడినవి. 1838 వ సంవత్సరంలో కాగ్నియార్డ్ డి లాటూర్ (Cagniard de Latour) మరియు స్వాన్ (Schwann) పులియబెట్టడానికి (Fermentation) ఉపయోగించే ఈజ్టు (Yeast) లో ప్రాణమున్న జీవకణాలు (Living Cells) ఉన్నాయని కనుగొన్నారు. లూ యీ పా శ్చర్ (Louis Pasteur, 1822 - 1895) ఈ ఫలితాలను నిర్ధారించి బీర్, సారా (Wine) లను పులియబెట్టడం, పట్టు పురుగు వ్యాధి (Sik - worm disease), జంతువులలోని రేబిస్ (Rabies) మొదలగువాటికి ఈ ఫలితాలను వర్తింప జేసినాడు. కుక్కలచే కరవబడిన మనష్యులను రేబీస్ నుంచి కాపాడుటకు ఒక మందును అతడు కనుగొన్నాడు. ఈ జబ్బులలో ఒక్కొక్కటి ఒక ప్రత్యేక సూక్ష్మజీవి (Microbe or Bacterium) వల్ల కలుగుతుందని చూపించాడు. పాశ్చర్ పరిశోధనల ఫలితంగా లిస్టర్ మొదటిసారిగా ఆంటీసెప్టిక్ (Antiseptic) గా ఉపయోగించే ఫీనాల్ (Phenol) ను కనుగొన్నాడు. శస్త్రచికిత్స (Surgical Operations)లు

సురక్షితముగా చేయగల్గడానికి ఫీనాల్ తో, పాటుగ దేవీ, మార్బన్, సింప్సన్లు కనుగొన్న మత్తుమందులు (Anaesthetics) ఎంతో సహాయపడ్డాయి. కాక్ (Koch), క్షయ రోగాన్ని కలగజేసే అతి సూక్ష్మ జీవులను కనుగొన్నాడు. పొగాకు వ్యాధి (Tobacco disease) ని కలగజేసే సూక్ష్మాతి సూక్ష్మ వైరస్ (Viruses) లపై ఇవ నౌ స్కి (Ivonovski - 1892), ఫ్రాష్ (Frosch, 1893) లు పరిశోధనలు జరిపారు.

ఈ విధముగా 18-19 శతాబ్దాలమధ్య విజ్ఞాన శాస్త్రములో అనేక విభాగములు అభివృద్ధి చెందినవి. ముఖ్యముగా 19 వ శతాబ్దములో విజ్ఞాన శాస్త్రములో కలిగిన అభివృద్ధి గణనీయమైనది. 19 వ శతాబ్దములో జెనిటిక్స్ (Genetics), సముద్ర శాస్త్రము (Oceanography) మొదలైన కొత్త శాస్త్రాలకు బీజములు నాటబడి, 20 వ శతాబ్దములో అవి బాగా వృద్ధిచెందినది. 19 వ శతాబ్దములో బాగా వృద్ధిచెందినవనుకొన్న భౌతిక, రసాయనిక తదితర శాస్త్రాలలోకూడా 20 వ శతాబ్దములో అనేక పరిశోధనలు జరుపబడినవి. దీనివల్ల 19 వ శతాబ్దములో ఊహించనటువంటి కొత్త విషయాలను కనుగొనడమే కాక, అప్పట్లో అతి నమ్మకముగా ఏర్పరచుకొన్న కొన్ని అభిప్రాయాలు, ఉద్దేశాలు తారుమారైనవి. దీనినిబట్టి మనము విజ్ఞానశాస్త్రములో ఏ అభిప్రాయమునుగాని, పరిశోధననుగాని, తుది నిర్ణయముగా తీసుకోవడానికి పిలువడదని తెలుసుకోవలె. అంటే విజ్ఞానము అభివృద్ధి చెందినకొలది విజ్ఞాన శాస్త్రములో మార్పులు వస్తూ ఉంటాయి, వీటిని కనుగొనడానికి మానవుడు ఎల్లప్పుడు కృషి చేస్తూ ఉండాలి. అప్పుడే విజ్ఞాన శాస్త్ర పురోభివృద్ధితో బాటు దేశ పురోభివృద్ధి కూడా కొనసాగుతుంది.

డా. టి. శేషగిరిరావు.

## 5. సమకాలీన విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధి

మనము జీవిస్తున్న ఈ 20 వ శతాబ్దములో విజ్ఞానశాస్త్రము వివిధ విభాగములలో అపారమైన అభివృద్ధి చెందినదను విషయము నిర్వివాదాంశము. ఈ కాలములో ప్రతిపాదించబడిన రెండు ముఖ్య సిద్ధాంతాలు - క్వాంటమ్ యాంతిక శాస్త్రము, సాపేక్షతా సిద్ధాంతము - విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞుల భావనలను సంపూర్ణముగా మార్చివేసి విజ్ఞాన శాస్త్రములో నూతన అధ్యాయాన్ని ప్రారంభించాయని చెప్పవచ్చు. విభ్రాంతి గొల్పే అనేక ఆవిష్కరణలు ఈ శతాబ్దిలో జరిగినవి. భౌతిక శాస్త్రములోను, ఇంజనీరింగు, జీవశాస్త్రము, జీవ రసాయన శాస్త్రములలోను సాధించిన ప్రగతి అసాధారణమైనది. పరమాణుకేంద్రక దృగ్విషయాలలోను, అంటిబయాటిక్స్, సల్పామందులు, విటమినులు - వీటిపైనను జరిగిన పరిశోధనలు అత్యద్భుతమైన ఫలితాలను ఇచ్చాయి. వీటిలో కొన్ని అతి ప్రధానమైన ఆవిష్కరణలను గురించి ఇక్కడ తెలుసుకొందాము.

ఈ శతాబ్దములో మానవుడు సాధించిన మన విజయాలలో రోదసీ యానము ఒకటి. అందుచే దీనిని రోదసీ యుగము (Space Age) అనికూడా పిలుస్తున్నారు. రాకెట్ల సహాయముతో కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు అనేకములు అంతరిక్షములోనికి పంపబడినవి. దీనివల్ల మానవుని సాంకేతిక విజ్ఞానము అధికముగా పెరుగుటయే కాక భూమిపైన వుండే వాతావరణ పీడనము, ఉష్ణోగ్రత స్వభావాదులు తెలుసుకోవడం జరిగినది. ఈ ప్రయోగముల ఫలితముగా మానవుడు మొట్టమొదటిసారి చంద్రమండలముపై కాలు మోపగలిగాడు. తత్ఫలితంగా చంద్రమండలపు వాతావరణముగురించి దాని ఉపరి

తలపు స్వభావాన్నిగురించి అనేక క్రొత్త విషయాలు తెలిసినవి. చంద్రుని కన్న ఎక్కువదూరములో నున్న గ్రహాలవద్దకుకూడా రోదసీ నౌకలను పంపి సమాచారాన్ని సేకరిస్తున్నారు.

రోదసీయానము విజయవంతమగుటకు ఎలెక్ట్రానిక్స్ లో జరిగిన పురోభివృద్ధి ఒక ముఖ్య కారణము. సిలికాన్, జెర్మేనియమ్ వంటి పాక్షిక వాహకాల నువయోగించి, ట్రాన్సిస్టర్ అను ఎలెక్ట్రానిక్ సాధనాన్ని 1948 వ సంవత్సరంలో రూపొందించడం జరిగింది. ట్రాన్సిస్టర్ పరిమాణము అతి చిన్నదగుటవల్ల అనేక సందర్భాలలో ఎలెక్ట్రానిక్ ట్యూబ్ కు బదులు ట్రాన్సిస్టర్ వాడుకలోనికి వచ్చినది. పాక్షిక వాహక పదార్థాలను తయారు చేయడంలో సాంకేతిక విజ్ఞానము బాగుగా పురోభివృద్ధి చెందడంవల్ల ట్రాన్సిస్టర్ కు బదులు ఇంచె గ్రేటెడ్ చిప్స్ వాడుకలోనికి వచ్చాయి. ఇంచె గ్రేటెడ్ చిప్స్ వాడటంవల్ల అతి క్లిష్టమైన పెద్ద విద్యుద్వలయాలను సైతము అతి తక్కువ స్థలములో ఇమడ్చుగలుగుతున్నారు. అందుచే ఇవి రోదసీలోనికి పంపే రాకెట్లలోను, కృత్రిమ ఉపగ్రహాలలోను, కంప్యూటర్లలోను ఉపయోగించడానికి అనువుగా వున్నవి.

ఈ శతాబ్దములో క్షైస్టాన్, మేగ్నెట్రాన్ వంటి అనేక సాధనాలు రూపొందించబడినవి. వీటి సహాయమున  $10^9$  నుంచి  $10^{12}$  హెర్ట్స్ పౌనఃపున్య శ్రేణి కల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను ఉత్పాదించడమైనది. ఈ తరంగాలను సూక్ష్మ తరంగాలు (Microwaves) అని వ్యవహరిస్తారు. వీటి తరంగదైర్ఘ్యము తక్కువగుటవల్ల వీటి అనువర్తనాలు

ఎక్కువగా వున్నవి. వీటిలో ముఖ్యమైనది రాడార్ (RADAR - Radio Detection And Ranging). రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామములో రాడార్ శత్రు విమానాల ఉనికిని వాటి దూరాన్ని కనుక్కువడంలో ఎంతో ఉపయోగపడినది. రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామానంతరము సూక్ష్మ తరంగపట విజ్ఞానశాస్త్రము (Microwave Spectroscopy) బాగా అభివృద్ధి చెంది అణువుల నిర్మాణాన్ని గురించి అనేక కొత్త విషయాలు తెలుసుకోడానికి దోహదము చేసినది. సూక్ష్మ తరంగాల ప్రయోగాత్మక అనువర్తనాలలో ముఖ్యముగా పరమాణు గడియారాలను (Atomic Clocks) పేర్కొనవచ్చును. అధిక పొనఃపున్యము కల సూక్ష్మ జీవుల తరంగాల ఉత్పాదనకు ఉపయోగపడే అనేక ఘనస్థితి సాధనాలు (Solid State Devices) రూపొందించడం జరిగినది. వీటిలో ముఖ్యమైనవి టన్నెల్ డయోడ్, గన్న్ (Gunn) డయోడ్ Impatt (Impact Avalanche Transit - Time) డయోడ్, Trapatt (Trapped Plasma Avalanche Triggered Transit) డయోడ్.

పరమాణు కేంద్రకముపై పరిశోధనల ఫలితంగా, పరమాణు విచ్ఛిత్తి వల్లను, సంలీనము వల్లను అధిక శక్తిని పొందవచ్చునని కనుగొనబడినది. 1945 వ సంవత్సరంలో మొదటిసారిగా పరమాణు బాంబు (Atomic Bomb) ప్రయోగాత్మకంగా ప్రయోగింపబడినది. తరువాత కాలములో పరమాణు శక్తి, విధ్వంసక చర్యలకు గాక, అనేక శాంతియుత ప్రయోజనాలకుకూడా వాడబడుచున్నది.

1928 నుంచి 1932 వరకు కార్ల్ జాన్స్ చేసిన ప్రయోగాల ఫలితంగా భూమ్యేతర వస్తువులనుంచి రేడియో తరంగాలు ప్రసారితమవుతాయని కనుగొన

డంతో, రేడియో ఖగోళశాస్త్రము (Radio Astronomy) నకు పునాదులు వేయబడ్డాయి. అనతి కాలములోనే రేడియో ఖగోళశాస్త్రము శీఘ్రగతిని పురోభివృద్ధి చెంది భూమికి వెలుపలవున్న అనేక రేడియో తరంగ ఉత్పత్తి స్థానములను (Radio Sources) కనుగొనడం జరిగినది. ఈ శాస్త్రములో విరివిగా వాడబడే ఘనస్థితి మేజర్ (Solid State MASER - Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) 1954 వ సంవత్సరంలో కనుగొనబడినది. దీని సహాయమున ఆకాశములోని వస్తువుల (Heavenly Bodies) నుంచి వచ్చే అత్యల్ప తీవ్రత కలిగిన సిగ్నల్స్ ను సైతము ప్రయోగశాలలో గ్రహింపవీలవుతోంది. మేజర్ సూత్రాన్ని ఉపయోగించి అతి ప్రకాశవంతమై ఏకవర్ణము కలిగిన సంబద్ధ (Coherent) కాంతి కిరణాన్ని ఉత్పాదించే లేజర్ (LASER - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) జనకాన్ని 1960 లో కనుగొన్నారు. శాస్త్ర పరిశోధనలలోను, కంటి ఆపరేషనులందును, కృత్రిమ ఉపగ్రహాల నుంచి సమాచార ప్రసారానికి, టెలివిజన్ ప్రసారాలకు లేజర్ ఎక్కువగా ఉపయోగపడుతోంది.

సల్ఫానమైడ్ రకానికి చెందిన అనేక సల్ఫా మందులు (Sulpha Drugs) ఈ శతాబ్దములో కనుగొనబడినవి. ఈ మందులు బాక్టీరియాయొక్క పెరుగుదలను అరికట్టుటలో అతి శక్తివంతమైన వగుటవల్ల మానవుల రోగ నివారణకు ఇవి ఎంతో సహాయపడు చున్నవి. 1928 వ సంవత్సరంలో సర్ అలెగ్జాండర్ ఫ్లెమింగ్, పెన్సిలిన్ అనే అంటి బయాటిక్ (Antibiotic) ను కనుగొన్నారు. అంటిబయాటిక్ సూక్ష్మ జీవులతో (Micro Organisms) చేయబడిన పదార్థము. దీని వల్ల ఇతర సూక్ష్మజీవుల పెరుగుదలను అరికట్టుటయేకాక వాటిని నాశనము చేయవచ్చును. కాని

1944 వ సంవత్సరమువరకు పెన్సిలిన్ ఎక్కువ ప్రాముఖ్యములోనికి రాలేదు. రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామానంతరము 1944 లో స్ట్రెప్టోమైసిన్ కనుగొన్న తరువాత మాత్రమే పెన్సిలిన్ వాడుకలోనికి వచ్చినది. తరువాత అనేక క్రొత్త ఆంటి బయాటిక్స్ కనుగొనబడి మానవుని ఆరోగ్యానికి దోహదకారులగుచున్నవి.

జీవరాసులలోని జీవ కణముల కేంద్రకములలోను, క్రోమోజోమ్లలోను ఉన్నటువంటి పదార్థము డిసాక్సీ రైబో నూక్లియక్ ఆసిడ్ (Desoxyribo Nuclie Acid - DNA) అని 1943 వ సంవత్సరంలో జీవ రసాయనశాస్త్ర పరిశోధనలవల్ల తెలిసినది. జీవ కణముల జెనిటిక్ లక్షణాలను నిర్దేశించుట, ఆ లక్షణాలను ఒక తరమునుంచి మరొక తరానికి అనువంశికముగా సంక్రమింపజేయుట DNA వల్లనే జరుగుతున్నాయని తేలినది. అనువంశికమునకు మూలాధారము జీన్స్ (Genes) అని మెండెల్ 1866 వ సంవత్సరములో ప్రతిపాదించినాడు. ఈ జీన్స్ లో వున్న పదార్థము DNA మాత్రమేనని తెలుసుకోవడం జరిగినది. DNA

యొక్క రసాయనిక నిర్మాణమును 1953 లో వాట్ సన్, క్రిక్ లు కనుగొనడంతో జీన్స్ యొక్క పునరుత్పాదనగురించి అనేక విషయాలు విశదమైనవి. తరువాత పరిశోధనల ఫలితంగా వైరస్ లలో ప్రొటైన్ లు, నూక్లియక్ ఆసిడ్ మాత్రమే వుంటాయని తేలినది. ఈ నూక్లియక్ ఆసిడ్ DNA రూపంలోగాని, రైబో నూక్లియక్ ఆసిడ్ (Ribo Nucleic Acid - RNA) రూపంలోగాని ఉండవచ్చు. DNA, RNA అణువుల నిర్మాణ స్వభావాదులను పూర్తిగా తెలుసుకోవడంతో వీటిని ప్రయోగశాలలో సంశ్లేషించు పద్ధతులు కనుగొనబడినవి. జీన్స్ యొక్క రసాయనిక సంశ్లేషణ వైద్యశాస్త్రములో అధిక ప్రాముఖ్యాన్ని వహిస్తుందని భావింపబడుతోంది. ఇంతేకాక మున్ముందు కోరిన అభిలక్షణాలు కలిగిన శిశువులను పరీక్షనాశికలలో సృష్టించడానికికూడా అవకాశాలు కనిపిస్తున్నాయి. ఇవన్నీ సఫలీకృతమవడానికి జీవ శాస్త్రములో పరిశోధనలు ఇంకా జరుగవలసియున్నది.

డా. బి. శేషగిరిరావు.

## 6. విజ్ఞానము వలన ఉపయోగము

విజ్ఞాన శాస్త్రానికి సరియైన నిర్వచనము యివ్వడం కష్టం. మానవుడు తన పరిసరాలను నిశితంగా పరిశీలింబి గ్రహించిన విషయాన్ని క్రమ పద్ధతిలో అమర్చి సంతరించుకొన్న విజ్ఞానాన్ని, శాస్త్రము అని పిలువవచ్చు. ప్రయోగము, పరిశీలన, వీటిని గురించిన హేతు బద్ధమయిన విషయాలోచన, ఇవే విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధికి పునాదులు. కేవలం విషయ వర్ణన మాత్రమే విజ్ఞాన శాస్త్రం కాజాలదు. కొన్ని

సామాన్య నియమాలు, సిద్ధాంతాల ద్వారా పరిశీలించిన విషయాన్ని క్రోడీకరించి సమన్వయ పరచడం విజ్ఞానశాస్త్రం యొక్క ముఖ్యోద్దేశము.

విజ్ఞాన శాస్త్రంలో కొన్ని శతాబ్దాలుగా సాధించిన ప్రగతి మానవుని మేధస్సుకు, అకుంతిత దీక్షకు ప్రబల తార్కాణం. ఆత్మ సంరక్షణార్థం ఆది మానవుడు ఉపయోగించిన రాతి ఆయుధాల నుండి ఈనాటి ఆధునిక ఆటం బాంబుల వంటి మారణాయుధ

ధాల వరకు మానవ నాగరికతలో వచ్చిన మార్పులను పరికించితే, విజ్ఞానశాస్త్రం మానవ నాగరికతను ఎంతగా ముందుకు తీసుకు పోగలిగిందో తెలుస్తుంది. నాగరికతాభ్యుదయపు తొలిరోజుల్లో నిప్పును కనిపెట్టిన మానవుడు క్రమేణా దాని సాయంతో రాగి, యిత్రడి వంటి లోహాలను వాడటం నేర్చుకొన్నాడు. నానాటికి పెరుగుతున్న మానవుని అవసరాలు విజ్ఞానాభ్యుదయానికి దోహదం చేశాయి. మన చుట్టు సంశ్లిష్ట తత్తువులు (Synthetic Fibres), రబ్బరులు, ప్లాస్టిక్లు, పరిమళ ద్రవ్యాలు, మందులు, అలంకరణకు ఉపయోగించబడే పదార్థాలు, యింకా ఎన్నో రసాయనాలను చూస్తున్నాం. ప్రతిరోజు ఈ జాబితాకు ఎన్నో చేర్చబడుతూనే ఉన్నాయి. విజ్ఞానశాస్త్రం వీటి తయారీలో విప్లవాత్మక మార్పులు తెచ్చిందనే చెప్పాలి. నేడు వ్యవసాయ రంగంలో కూడా మానవుడు ఘన విజయాన్ని సాధించ గలిగాడు. ఒకప్పుడు పంట పొలాలకు జంతు వృక్ష సంబంధమయిన ఎరువులు వాడబడేవి. కానీ విపరీతంగా పెరుగుతున్న జనాభాకు చాలినంత ఆహారోత్పత్తికి గాను పెద్దమొత్తాల్లో ఎరువులు అవసరమయ్యాయి. పరితంగా వివిధములయిన రసాయనిక ఎరువులు కనిపెట్టబడ్డాయి. ఈనాడు మారుమూలల నున్న పల్లెలలో కూడా ఆధునిక పద్ధతుల్లో వ్యవసాయము చేయడం, అత్యాధునిక పనిముట్లను వాడడం మనం చూస్తున్నాం. అట్లే ఒకప్పుడు వస్త్రాలను వృక్ష సంబంధమయిన నెల్యూతోజ్ నుండి, జంతు సంబంధమయిన ఉన్ని చర్మముల నుండి చేసేవారు. సంశ్లిష్ట పద్ధతుల్లో తత్తువులు తయారు చేయడం కనిపెట్టబడిన తర్వాత టెర్రిన్, నైలాన్ల వంటి అనేక రకములయిన బట్టల ఉత్పత్తి గావింపబడి మానవుని అవసరాన్ని తీర్చగలుగుతున్నాయి. వివిధములయిన మందులను కనిపెట్టడం చేత, ప్రజారోగ్యం ఎంతగానో మెరుగయింది. మానవుని

జీవన ప్రమాణము మెరుగయింది. జీవన పరిమితి పెరిగింది.

ప్రకృతిసిద్ధమయిన జలపాతాలవల్ల, నదులకు ఆనకట్టలుకట్టి నిల్వయుంచబడిన నీటివల్ల, యింకా అణుశక్తి వల్ల, విశిష్ట శక్తి విరివిగా ఉత్పాదించబడి, దానితో అనేక పరిశ్రమలు నడుపబడుతున్నాయి. పరిశ్రమ కవసరమయ్యే బొగ్గు విరివిగా లభిస్తోంది. గనుల నుండి బొగ్గు త్రవ్వకం అనేక ప్రమాదాలతో కూడిన సాహస కృత్యమనే చెప్పాలి. గనుల్లో భూమి కూలడం, మిథేన్, ఆక్సిజన్ వాయువులు కలిసిన మిశ్రమ మంటుకొని ప్రేలుడు సంభవించడం, కార్బన్ మోనాక్సైడ్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువుల సాంద్రత ఎక్కువగా ఉండటంవలన ప్రాణవాయువు కొరతపర్చడటం వంటి ప్రమాదాలకు ఎందరో కార్మికులు బలై పోయారు. అగ్ని ప్రమాదాలనుండి 'డేవీ' కనుగొన్న రక్షణ దీపం విముక్తి కలిగించింది. గాస్ సిలెండరులలో ప్రాణ వాయువును మోసుకుపోవడం వలన గనుల్లో చాలా లోతువరకు పోయి, కార్మికులు పనిచేయకల్గుతున్నారు. ఈ విధంగా అనేక సదుపాయాలు కలిగించడంవల్ల ఈనాడు బొగ్గు త్రవ్వకంలో ప్రమాదాలు చాలావరకు నివారించబడ్డాయి.

బొగ్గును విధ్వంసక స్వేదనక్రియ వలన కోల్తారు, అమోనియా, కోల్ గాస్, తయారుచేయటం జరిగింది. మొదట్లో ఈ పద్ధతి కోల్ గాస్ ను తయారు చేసి వంటచేయటంగా ఉపయోగించుటకే కనిపెట్టబడింది. తారు వృధాగా విడిచిపెట్టబడింది. అమ్మోనియా నుండి అమ్మోనియా సల్ఫేటు, ఫాస్ఫేటుల వంటి ఎరువులు చేయబడ్డాయి. విజ్ఞాన శాస్త్రం అభివృద్ధి చెందేకొద్దీ కోల్తారునుండి స్వేదన పద్ధతుల్లో బెంజీన్, టోలీన్, ఆండ్రసేన్, ఫీనాల్, నాప్తలిన్, మొదలుగాగల అనేక సేంద్రియ రసాయనాలు కనుక్కోబడ్డాయి. అది మొదలు బొగ్గు

విధ్వంసక స్వేదనం, కోల్ గాస్ కై కాక తారుకోసం చేయబడింది. తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఈ స్వేదనం జరిపి ఎక్కువ మొత్తాల్లో తారు, తద్వారా అనేక సేంద్రియ రసాయనాలు చేయడం జరిగింది. కోల్ తారు రసాయనాలు ముడి పదార్థాలుగా అనేకములయిన మందులు, రంజనములు, ప్రేలుడు పదార్థాలు, ఫోటోగ్రఫీలో వాడబడే రసాయనాలు, సంశ్లేషణ పద్ధతుల్లో చేయబడుతూ వచ్చాయి.

చాలాకాలంగా మేడ్డర్ వేళ్లు (Madder-root) నుండి అలిజారిన్, నీలిమొక్కలనుండి (Indigoferre సంతతికి చెందినది) నీలిమందు చేయబడ్డాయి. కొన్ని దశాబ్దాలుగా వృక్షసంబంధమయిన ఈ రెండు వర్గాలే ఎక్కువ వాడుకలో ఉంటువచ్చాయి. కానీ ఆచిరకాలంలోనే ప్రకృతి సిద్ధమయిన ఈ రంజనాలని కృత్రిమ పద్ధతులలో చవుకగా చేయడం జరిగింది. దాంతో ఈ రంజనాలలో వ్యాపారం సాగించే దేశాలు ఆర్థికంగా యిబ్బందులకు గురిఅవడం జరిగింది. సంశ్లేషణ పద్ధతిలో మొదటిసారిగా చేయబడిన రంజనము, పెర్కిన్ 1857 సం॥లో కనుగొన్న మావ్ (Mauve). దానినే ఎనిలిన్ పద్యర్ అని ఆయన పిలిచారు. ఈ రంగంలో శాస్త్రజ్ఞుల అవిరామ కృషి ఫలితంగా ఇదివరకెన్నడు ఊహించని అనేక రంజనాలు, వర్ణకాలు చూస్తున్నాం.

గతంలో కొన్ని చెట్లనుండి తయారుచేయబడ్డ అల్కలాయిడులు, మరికొన్ని యితర రసాయనాలు, కొన్నివిధములైన రోగాలను నయం చేయడానికి ఉపయోగించారు. చెట్లనుండి తీసిన పదార్థాలను శుద్ధి చేయకుండానే (అపరిష్కృతంగా) వాడేవారు. ఉదాహరణకి రక్తపు పోటుతో బాధ పడేవారికి 'సర్పగంధి' (Raaulfia Serpentina) అని పిలువబడే చెట్టుయొక్క కషాయాన్నిచ్చి నయం చేస్తుండే వారు. అలాగే రక్త గ్రహణికి

ఇపకాక్ ను (Ipecaunha)ను, మలేరియాకి సింకోనా చెట్టునుండి తీసిన క్వినైను వాడటం జరుగుతూ ఉండేది. ఇపకాక్ లో ఇమటిన్ (Emetine) అనే అల్కలాయిడ్ ఉండుట వలన దానికి ఆ గుణం కల్గిందని తెలుసుకున్నాకా, ఇమటిన్ ఎక్కువగా సంశ్లేషణ పద్ధతిలో చేయబడింది. అలాగే సర్పగంధినుండి 'రెసర్పిన్' (Reserpine) అనే అల్కలాయిడ్ ని కనుక్కొని రక్తపుపోటు నివారణకై దాని నుపయోగించుచున్నారు. ఈనాడు మనకు అనేకములయిన మానసిక సంబంధమైన రోగాలను నయము చెయ్యడానికి అనేకములైన మందులు (Psycho Chemicals) వాడుకలోకి వచ్చెను. అట్లే క్వినైన్ ను కూడా సంశ్లేషణ పద్ధతుల్లో భారీ యెత్తున తయారు చేయకలిగారు. తరువాత ఎటి బ్రిన్, ప్లాస్మోక్విన్, పాలుడిన్ వంటి మందులెన్నో మలేరియా నివారణకై కనిపెట్టడం చేత ఆ వ్యాధిని చాలావరకు అదుపులోకి తేగలిగారు. ఈ మందుల రంగంలో చెప్పకోతగినది 1935 ప్రాంతంలో కనిపెట్టబడిన సల్ఫానిలప్రైడ్. ఇది సల్ఫా పిరిడిన్, సల్ఫా డయోజోల్, సల్ఫాడయజీన్ వంటి అనేకములయిన సల్ఫామందుల తయారీకి నాంది అయింది. ఈ రంగంలో మరొక మన విజయం పెన్సిలిన్ ని కనిపెట్టుట. ఫ్లెమింగ్ చైన్ ఫ్లారే, అనే శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనా ఫలితం వల్ల 'పెన్సిలిన్' అద్భుతమయిన ఆంటిబయటిక్ గా భ్యాతినొందింది. అలాగే వాక్స్ మన్ పరిశోధనా ఫలితంగా స్ట్రెప్టోమైసిన్ వాడుకలోకి వచ్చింది. దీనిని క్షయరోగుల పాలిటికి శాస్త్రజ్ఞుడు యిచ్చినవరం అనే చెప్పాలి. ఈనాడు ఈ ఆంటిబయటిక్స్ ఎక్కువ మొత్తాల్లో, కర్మాగారాల్లో, చేస్తున్నారంటే అవి ఎంత ఎక్కువగా ఉపయోగింపబడుతున్నాయో వేరే చెప్పనవసరం లేదు.

క్రిమి కీటకాలవల్ల కొన్ని రకాలయిన వ్యాధులు వ్యాపించేస్తాయని తెలుసుకొన్నాకా, క్రిమి సంహారక

మందులపై దృష్టి మళ్ళింపబడింది. చెట్లకు వచ్చు తెగుళ్ళ నివారణకై అనేక మందులు ఈనాడు మనం చూస్తున్నాం. పై రిత్రిన్ (Pyrethrin) అనే పువ్వులనుండి పైరిత్రిన్ అనే క్రిమి సంహారిక మందు తయారు చేయబడింది. ఇది యిండ్లలోని పురుగులు, చెదలు, మొదలయినవాటిని నిర్మూలించుటకై వాడబడేది. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధాంతరము సంశ్లేషణ పద్ధతుల్లో తయారు చేయబడిన మొదటి క్రిమి సంహారి డి. డి. టి (D. D. T డైక్లోరో డైఫినైల్ ట్రైక్లోరో ఈథేన్). తర్వాత గమేక్సిన్, లిండేన్, మిథాక్సిక్లార్, యింకా ఎన్నో మందులు కనుగొనబడ్డాయి. ఈ క్రిమి సంహారిక మందులు అధికంగా వాడటం వలన ఒక్కొక్కప్పుడు క్రిమి కీటకాదులు వీటి ప్రభావానికి చావక ఒక విధమయిన నిరోధక శక్తిని ప్రదర్శిస్తాయి. అప్పుడు ఆ మందును మార్చి వేరొకటి వాడటం జరుగుతూ ఉంటుంది. బహుశః అందువలనే క్రొత్త రసాయనాలకై సదా అన్వేషణ జరుగుతూనే ఉంటుంది. ఫలితంగా అనేక క్రిమిసంహారిక పదార్థాలు వాడుకలోకి వచ్చాయి.

కొమ్ము, దంతము, మొదలుగా గల పదార్థాలతో వస్తువులు అనేకముగా చేయబడుట చేత మానవుడు వాటిపై ఎక్కువ శ్రద్ధ చూపసాగాడు. వాటిని ఆ కాలపు ప్లాస్టిక్ అనవచ్చును. క్రమముగా అనేకములయిన ప్లాస్టిక్లు, నారలు(Fibres) సంశ్లేషణ పద్ధతుల్లో చేయబడ్డాయి. ఈనాటి నాగరిక సమాజంలో వీటి అవసరాలు ఎక్కువవుట చేత, యివి భారీయెత్తున చేయబడుతున్నాయి. అనేక వందలుగా చిన్ని అణువులు ఒకదానితో నొకటి సంయోగం చెంది బృహదణువు (Macro Molecule) ను ఏర్పరచటాన్ని అణు పుంజీకరణము (Polymerisation) అంటారు. ఇది రెండు పద్ధతుల్లో జరుపవచ్చు. ద్వీబంధముగల రసాయన అణువులు ఒకదానితో ఒకటి సంకలనం చెంది

బృహదణువును ఏర్పరచ వచ్చును. దీనిని సంకలనము అంటారు. ఈ విధముగా ఏర్పడిన అణు పుంజము పాలీ ఎథిలెన్. అధిక ఉష్ణోగ్రతా పీడనాల వద్ద ఎథిలెన్ అణుపుంజీకరణ చెందడంచేత పాలీవిథిలెన్ ఏర్పడింది. కొద్దిపాటి ఆక్సిజన్ గాసి పెరాక్సైడ్లు గాసి ఉత్ప्रेరకాలుగా ఇందు వాడుతారు. యిది ఎక్కువ ధృఢత్వము, నమనశీలత గల పదార్థము. ఇది విద్యుత్ రోధకము. దీనితో డబ్బాలు, ప్రయోగశాలలోని ఔలనపాత్ర వంటి కొన్ని రకములయిన పరికరాలు చేస్తారు. నీటి గొట్టాలుకూడా చేస్తున్నారు. దీనితో చేసే సంచులు అందరికీ తెలిసినవే. అణుపుంజీకరణం మరొక పద్ధతిలో కూడా జరుపబడుతుంది. ముడి పదార్థపు టణువులు ఒకదానికొకటి కలుపబడినప్పుడు నీరువంటి చిన్న అణువులు బహిర్గతమయి పాలిమర్ ఏర్పడుతుంది. ఈ విధముగా ఏర్పడిన అణు పుంజము నైలాన్. సేంద్రీయ పదార్థాలలో సంశ్లిష్ట అణుపుంజాలు ప్రత్యేక స్థానాన్ని ఆక్రమించాయి. ప్రకృతిసిద్ధమయిన పాలిమర్లు, సిల్క, రబ్బరు, లక్కులవలె వీటికికూడా తననసామర్థ్యము (Tensile Strength), స్థితిస్థాపక శక్తి (Elasticity) గట్టి తనము, ధృఢత్వము మిక్కిలి ఎక్కువ. 1905 వ సంవత్సరములో బేక్లాండ్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు ఫినాలులు, అల్లిహైడుల మధ్య జరిగే చర్యను, పరిశీలించ సాగాడు. తత్ఫలితంగా 1907 సం॥లో 'బేక్లైట్' తయారయింది. ఇది ఫినాల్ - ఫార్మాల్డి హైడ్ల అణు పుంజీకరణం వల్ల ఏర్పడినది. హెక్సామిథిలినడై అమైన్ ఎడిపిక్ ఆప్టమునుండి నైలాన్, థాలిక్ ఆప్టము, ఎథిలెన్ గ్లైకాల్లనుంచి డెక్రాన్, యిలా యింకా ఎన్నో సంశ్లిష్ట తంతువులు చేయబడ్డాయి. ప్రకృతి ననుసరించి కేవలం ప్రకృతిలో లభించే వస్తువులనే చేయాలని శాస్త్రజ్ఞుడు అనుకోక తన మేధస్సుతో సంతరించు కున్న విజ్ఞానంతో, క్రొత్త పద్ధతులను ఉపయో

గించి ప్రకృతిలో లభ్యముకాని అనేక పదార్థాలను సృష్టించగలిగాడు.

మైన ఉదహరించిన సంశ్లిష్ట తంతువులు, ప్లాస్టిక్లు, ఎక్కువ అణుభారం కల అణువులుగా ఉంటాయి. వీటిని బృహదణువులు అంటారు. మరొక ముఖ్యమైన బృహదణువు రబ్బరు. యిది కూడా ప్రకృతిలో లభ్యమయ్యే పదార్థము. యిది సహజ అణుపుంజము (Natural Polymen). దీనినిగురించి మానవునికి 4, 5 శతాబ్దాలుగా తెలుసు. ఇది పెన్సిల్ వ్రాతలను తుడుపగలుగుటచే దానికా పేరు వచ్చింది. (It rubs or erases). యిది మొదట అందుకే వాడబడింది. తర్వాత రబ్బరుతో వస్తువులు చేసేవారు. సహజ రబ్బరు 'హెవియా' చెట్టునుండి లభిస్తుంది. దాదాపు నాలుగు ఐదు వందల రకాల చెట్టునుండి దీనిని చేయవచ్చును. కాని 90% కు పైగా రబ్బరు ఒకే ఒక చెట్టు హెవియా బ్రసిలియన్సిస్ (Hevea Brasiliensis) నుండి తీసేవారు. రబ్బరు చెట్టుకు గాట్టు వేసి, వాటినుండి వచ్చిన పాలవలెనుండు ఒక విధమైన ద్రవము లేటెక్సు (Latex) ను తీసి రబ్బరును చేసేవారు. కొన్ని చెట్లు నిర్విరామంగా చాలా కాలము ఈ లేటెక్సును యివ్వగలవు, లేటెక్స్, నీటిలో రబ్బరు కణములు విశ్లేషణము వలన ఏర్పడిన ఎమల్షన్ (Emulsion). దీన్ని సజల ఆప్టుములతో కలిపినప్పుడు స్కందనము చెందుతుంది. స్కందిత రబ్బరును యంత్ర సహాయంతో పలకలుగా చేస్తారు. ముడి రబ్బరులో ఉండే హైడ్రోకార్బన్ ఊద్ షూ, ఇది ఫ్రెంచి పదము. ఇది దాదాపు 90% వరకు ఉంటుంది, యిది గాక రబ్బరులో ఫాటి ఆమ్లాలు, చక్కెరలు, రసేనుల్, ప్రోటీన్కు సంబంధించిన పదార్థాలూ ఉంటాయి. తర్వాత శాస్త్రజ్ఞులు ఐసోప్రెన్ అనే

పదార్థంనుంచి రబ్బరు వంటి పదార్థాన్ని చేయగలిగారు. అనేక ఐసోప్రెన్ అణువులు అణుపుంజీకరణం చెంది పొడుగాటి గొలుసులవలె ఏర్పడి రబ్బరు ఇస్తున్నాయి. రబ్బరు అణుభావికఫార్ములా  $(C_5 - H_8)_n$  అని వ్రాయవచ్చు. 'n' విలువ వేలలో ఉంటుంది. రబ్బరుయొక్క అణుభారము సుమారుగా పదిలక్షల వరకు ఉండవచ్చును. రబ్బరును గంధకంతో వేడిచేసి విధానాన్ని 'వల్కనైజేషన్' అంటారు. దీనివలన రబ్బరుకు తన సామర్థ్యము, స్థితి స్థాపకశక్తి ఎక్కువ అవుతాయి. గంధకము పాలు ఎక్కువయినచో 'వల్కనైజ్డ్' అని పిలువబడే ఒక విధమయిన గట్టి రబ్బరు వస్తుంది. బ్యానా-S. బ్యానా, N. బ్యాలైజ్డ్, నియోప్రెన్ రబ్బరులువంటి అనేక రకములయిన వాటిని ఈనాడు సంశ్లేషణ పద్ధతుల్లో చేస్తున్నారు. వీటి నన్నిటిని సంశ్లిష్ట రబ్బరులు అని పిలువవచ్చును. మొదటి సంశ్లిష్ట రబ్బరు 1931 సం॥లో క్లోరోప్రెన్ యొక్క అణుపుంజీకరణం వలన ఏర్పడినది. బ్యూటా డయాన్నుండి కూడా రబ్బరు తయారు చేయబడింది. వీటిని బ్యూనా రబ్బర్లు అంటారు, వీటి నన్నిటిని సంశ్లిష్ట రబ్బరులు అని పిలువడం సమంజసం కాదేమో? సంశ్లిష్ట పద్ధతుల్లో చేయబడినది రబ్బరు ధర్మాలువంటి ధర్మాలు కల పదార్థము మాత్రమే. అంతేకాని రబ్బరు సంశ్లేషణము గావింపబడలేదు.

ఇంతవరకు శాస్త్రవిజ్ఞానము మానవనాగరికతాభివృద్ధికి ఎంతగా తోడ్పడిందో పరిశీలించాం. శాస్త్రాధ్యయనంవలన విషయాన్ని సునిశితంగా పరిశీలించి, ఫలితాలను క్రోడీకరించి తద్వారా దృగ్గోచరముగాని విషయాన్ని ఊహించడం అలవడుతుంది.



## 7. మానవ దృక్పథముపై విజ్ఞానశాస్త్ర ప్రభావము

మనము నివసించుచున్న యుగము 'విజ్ఞానశాస్త్ర యుగము' 'యంత్రయుగము' 'అణుయుగము' అని వ్యవహరించబడుచున్నదని అందరకు తెలిసిన విషయమే! విజ్ఞానశాస్త్ర పరిశోధనల మూలమున ఆవిష్కరింపబడిన ప్రకృతిశక్తులను మానవులందరు తమ దైనందిన జీవితములో వినియోగించు కొను చున్నారు. వారు ఏ వృత్తిని అవలంబించిన వారైనను, ఈ శాస్త్రప్రభావమునకు అతీతులుకాలేరు. ప్రొఫెసరు సి. ఇ. ఎమ్ జోడ్ అను ఆంగ్లవేదాంతి, ప్రతివ్యక్తి ఉదయమునుండి రాత్రివరకు తనుచేయు ప్రతికార్యమునందు విజ్ఞానశాస్త్రముపై ఆధారపడుచున్నాడని నిరూపించాడు.

ఈనాడు మన జీవితములలో అత్యంత ప్రభావ శాలిగనున్న విజ్ఞానశాస్త్రముయొక్క వయస్సు మానవ చరిత్రలో అతిస్వల్పమైనది. ఈనాటి విజ్ఞాన శాస్త్రముయొక్క వయస్సు నూటవీలైన సంవత్సరములుదాటి ఉండదని బెర్త్ యిండ్ రస్సల్ అంచనా వేశాడు. ఈ స్వల్పకాలమునందే, మానవ జీవితముపైననే గాక మానవ దృక్పథముపై గూడ విజ్ఞానశాస్త్రప్రభావము అమితముగ నున్నది.

విజ్ఞానశాస్త్రమునకు హేతువాదము, ప్రయోగ నిబద్ధత, ప్రాతిపదికలు. ప్రకృతియందలి అనేక ప్రక్రియలకు పరిణామములకు కారణ-కార్యసంబంధము ప్రయోగ పూర్వకముగ నిరూపించుట విజ్ఞాన శాస్త్రలక్ష్యము. ఈనాటి విజ్ఞానశాస్త్ర ప్రగతికి 'ఎందుకు'? అనుప్రశ్న ముఖ్యమైన ప్రాతిపదిక. సామాన్యముగా ఆధునిక విజ్ఞానశాస్త్రమునకు అరిస్టాటిలు మూలపురుషుడుగ భావించబడుతాడు. నిస్సంశయముగ అరిస్టాటిలు బహుముఖ ప్రజ్ఞా

శాలి. అయితే, ఆయన ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతములు ప్రయోగబద్ధములని అనటానికి వీలులేదు. ఆయన సిద్ధాంత ప్రతిపాదన ప్రయోగముపైకెన్న విశ్వాసముపైనే ఎక్కువ ఆధారపడినది.

నిజానికి, ఆదికాలములో విజ్ఞానశాస్త్రమునకు మతసంబంధమైన జ్ఞానమునకు ఎక్కువ భేదముండే దిడి కాదు. ఈనాడు సైన్సు (Science) లేక విజ్ఞానశాస్త్రము అని వ్యవహరించబడుచున్న అధ్యయన విభాగమునకు ఇప్పటి పరిమితమైన రూడియైన అర్థము ఆదిలో లేదు. లాటిన్లో 'సైంటియమ్'నకు సంస్కృతములోని 'జ్ఞ' ధాతువునకు 'తెలిసికొనుట' అనియే అర్థము. జ్ఞానసంబంధములైన అన్ని అధ్యయనములకు ఈ పదము వాడబడుతుండేది. అయితే ఈనాడు 'సైన్సు' ప్రయోగబద్ధమైన విజ్ఞానమునకే పరిమితమైనది.

ఆర్థికాలమున మనదేశములో శాస్త్రవిజ్ఞానము నిస్సందేహముగ అత్యున్నత శిఖరాలను అధిరోహించినది. ఈ విజ్ఞానము ప్రయోగజనితముకాక, వ్యక్తిగత శ్రేమషీ జనితమైనది. ఈ శాస్త్రము సర్వజనులకు అందుబాటులో లేక, కొందరు వ్యక్తులకు మాత్రము పరిమితమై యుండెడిది. ఈ దృష్టిలో పరిశీలించిన, అరిస్టాటిలు సిద్ధాంతములుకూడ శ్రేమషీ జనితములే కాని, ప్రయోగ జనితములు కావని చెప్పకతప్పదు.

ఆధునిక విజ్ఞానశాస్త్రమునకు గీటరాళ్ళుగ పైన పేర్కొనబడిన హేతునిబద్ధత, ప్రయోగ నిబద్ధతలు, మొదట ఖగోళశాస్త్ర పరిశోధనలో మనకు కనిపించును. అప్పటివరకు అందరు అంగీకరించిన, టాలమీ (Ptolemy) ప్రతిపా

దించిన, సిద్ధాంతమును కాదని కోపెర్నికస్ (Copernicus), గెలీలియో మున్నగువారు సమస్త ఖగోళమునకు సూర్యుడు కేంద్రమని ప్రతిపాదించారు. మతాధికారుల ప్రాబల్యములో అప్పటి వరకు నమ్మబడిన సిద్ధాంతమునుకాదని హేతుబద్ధమైన నూతన సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించుట ఆ రోజులలో సులభమైన పనికాదు. ఈ సిద్ధాంత ప్రతిపాదనవలన కొపెర్నికస్, గెలీలియో, చాలా కష్టనష్టములకు గురికావలసి వచ్చినది. వారి సిద్ధాంతములు మూఢవిశ్వాసముపై హేతువాదము యొక్క మొదటి గెలుపుగా ఈనాడు కొనియాడబడుచున్నది.

ఆధునిక విజ్ఞానశాస్త్రము నిజానికి 18వ శతాబ్దము ఉత్తారార్థములో ప్రారంభమైనదని చెప్పవచ్చును. 1750లో లండన్ నగరములో రాయల్ సొసైటీ స్థాపన ఆధునిక విజ్ఞానశాస్త్రమునకు అంకురార్పణమని పేర్కొనవచ్చును. ఆనాటి శాస్త్రవేత్తలలో సర్ ఐజాక్ న్యూటన్ అగ్రగణ్యుడు. న్యూటన్ ప్రయోగజనిత శాస్త్రాధ్యయనమునకు మూల పురుషుడు. ఆయన బహుముఖ ప్రజ్ఞాశాలి. విజ్ఞానశాస్త్రమందలి అన్ని శాఖలందును అపూర్వ పరిశోధనలు జరిపాడు ఆయన. 'చెట్టననున్న యాపిల్ పండు భూమిపైకి ఎందుకు పడును?' అన్న ప్రశ్నతో ప్రారంభమైన ఆయన కారణ-కార్యవిచికిత్స మానవ చరిత్రలోనే మహత్తరములైన పరిణామములకు కారకమైనది. న్యూటన్ కు మానవజాతి ఎల్లకాలము ఋణపడి ఉండుట ఎందుకు? అనుప్రశ్నకు 'ఎందుకు?' అని ప్రశ్నవేయుట, నేర్పినందుకు అని సమాధానము చెప్పవలసి వస్తుంది. మానవమేధస్సు అపరిమితమైనదని, ప్రకృతి సత్యాలను అన్వేషించుటలో ఏ మహత్తరశక్తులకు మానవుడు తలనొగ్గనవసరములేదని, మానవుడు ఆత్మవిశ్వాసమును సంతరించుకున్నది ఆ శుభ ఘడియల్లోనే. ఈ

కారణకార్య విచికిత్స మానవ దృక్పథములోనూ, జీవిత విధానములోనూ, విప్లవాత్మక పరిమాణాలను తీసుకవచ్చినది. మానవుడు ఎల్లప్పుడు 'నాన్నగారి, తాతగారి భావాలకు దాసుడు' కాన క్కరలేదని చాటిచెప్పినది ఈ పరిణామమే!

శాస్త్రజ్ఞుడిగ, న్యూటన్ బహుముఖ ప్రజ్ఞాశాలి మాత్రమేకాడు. ఆయనలోని ముఖ్యమైన సద్గుణము శేముషీ ఋజుత్వము (Intellectual-Honesty). ఆయన కాంతిప్రసారము విషయములో కణసిద్ధాంతము (Corpuscular theory)ను విశ్వసించినవాడు. కాని తన ప్రయోగముల సందర్భములో న్యూటన్ వలయముల (Newton's-Rings)ను దర్శించుట తటస్థించినది. ఈ వలయములు తను విశ్వసించిన సిద్ధాంతమునకు విప్రతిపత్తి కలిగించెడి అవకాశము ఉన్నప్పటికి ఆ ప్రత్యక్షసత్యమును లోకమునకు చాటిచెప్పాడు న్యూటన్. శాస్త్రాధ్యయనములో వ్యక్తిగత అభిరుచులకు తావులేదనెడి, పరమ సత్యమునకు న్యూటన్ సత్యసంధత నిదర్శనము. శాస్త్రపరిశోధన మానవునిలో ఆత్మ గతాన్వేషణముపై కన్న వస్తుగతాన్వేషణముపై అభిరుచిని ఎక్కువ కలిగిస్తుంది. ఈ వస్తుగత సత్యము తన దృక్పథముపై ఎక్కువ ప్రభావము కలిగించుటవలన, తన జీవితవిధానమున కూడ మానవుడు పరిస్థితులకు బానిసకాక స్వతంత్ర జీవిగ మనుగడ సాగించగలుగుతాడు. కొంతవరకు నిస్సంగత్వముకూడ అలవరచుకొన గలడు.

విజ్ఞానశాస్త్ర ప్రగతియందు న్యూటన్ తరువాత ప్రముఖుడు ఆవిరియంట్రిమును కనుగొనిన జేమ్స్ వాట్. రాశియందు వాట్ పరిశోధనలు అధికములు కావు. అయితే, ఆయన పరిశోధనయొక్క ప్రభావము మానవచరిత్రపై ప్రగాఢమైనది. 'యంత్ర యుగము' 'పారిశ్రామిక యుగము' అని వ్యవహరింపబడే ఈ ఆధునిక యుగమునకు

వాట్ వైతాళికుడు అని చెప్పవచ్చును. నిరంకుశమైన మానవజీవకారకమైన ప్రకృతిని అదుపులోనికి తెచ్చి మానవకళ్యాణ కారకముగ ప్రకృతిశక్తిని వినియోగించుటలో మానవుని ప్రయత్నములో మొదటి విజయము ఆవిరియంత్ర నిర్మాణము.

మానవుడు యంత్రములపై అధికముగ ఆధారపడి సాగుట ఈ రోజుల్లో సామాన్య విషయమే. యంత్రముల ప్రభావము మానవజీవితముపైన, దృక్పథముపైన విశేషముగ నున్నది. యంత్రములు కష్టతరములైన పనులను మానవులకు సులభసాధ్యములుగ చేయుటవలన మానవులకు విశ్రాంతి చిక్కుచున్నది. దైనందిన కార్యక్రమములలో తమజీవిత కాలమెల్ల వెళ్ళబుచ్చ నవ సరములేక ఈనాడు మానవులు తమ శక్తియుక్తులను సమున్నత కార్యములకు వినియోగించుటకు అవకాశము లభించు చున్నది. ఇది యంత్రయుగము వలన మానవులకు కలిగిన మేలు. అయితే, మానవులు తమకు లభించిన విశ్రాంతి సమయమును సత్కార్యములకు వినియోగించుచున్నారను విషయము సందేహస్పదమైనది. ఎక్కువగ యంత్రములపై ఆధారపడినచో మానవ జీవితముకూడ యాంత్రికముగ మారగల ప్రమాదమున్నదని శామ్మ్యూల్ బట్లర్, డీన్ ఇన్స్ మొదలైన వారు హెచ్చరించారు. ప్రకృతి సంపాదించిన శక్తులను మానవుడు ఉపయోగించనిచో ఆ శక్తులు నశించి మానవుడు ఏమీచేయలేని అన్వతంత్రుడుగ మారగలదని డీన్ ఇన్స్ వక్కాణించాడు.

భారతదేశములో కాకపోయినా, పాశ్చాత్య దేశాలలో మానవజీవితము చాలవరకు యాంత్రికముగ తయారైనది. ఆ జీవిత విధానము వారి దృక్పథములను కూడ యాంత్రికములుగ కొంతవరకు మార్చినది. సంఘములో కాని, దేశములోకాని జరిగే కొన్ని సంఘటనలు దేశములో ప్రజలంద

రను ఒకేరకముగ ప్రభావితమవుతున్న చేయుట మనము ఈ రోజుల్లో చూడగలము. ఇదే ఈనాడు మనకు కనిపించే ప్రజాసంస్కృతి (Mass Culture). ఈ ప్రజా సంస్కృతి విస్తరణకు పాశ్చాత్య దేశాల్లో టెలివిజన్ ఎక్కువ దోహదకారి అని చెప్పవచ్చును. కాని, నిజమైన సంస్కృతి ఎప్పుడు ఏ కొద్దిమందికో చెందియుంటుంది. ఈ ప్రజా సంస్కృతివలన, జీవితపు విలువలు కొంతవరకు దెబ్బతిన్నాయని చెప్పక తప్పదు.

ఇరవయ్యో శతాబ్దములో విజ్ఞానశాస్త్రము సాధించిన విజయములు అపూర్వములు, అత్యంత ప్రాముఖ్యము కలవి. అన్నిరంగములలోను మానవుడు అత్యున్నతములైన విజయాలను సాధించాడు. 1905లో ఐస్టీన్ సాపేక్ష నిర్ధారణమును ప్రతిపాదించుట మొదలు, రైట్ సోదరుల వ్యోమయాన సాధనలోను, ఫ్రెమింగ్ పెనిసిలిన్ కనుగొనుటలోను, అణువిశ్లేషణలోను, చంద్రలోక యాత్రలోను, మానవుని బహముఖప్రజ్ఞ విశదమవుతుంది. నిజానికి ఈనాటి శాస్త్రజ్ఞులు సర్వశక్తి సంపన్నులుగ కనిపిస్తారు. ప్రకృతి సంపదలోపించినప్పుడు సృష్టికి ప్రతిసృష్టి చేయగల విశ్వామిత్రులుగ, నీరు లేనిచోట అణుశక్తి సహాయంతో నీటిని తేగల భగీరథులుగ నేటి శాస్త్రజ్ఞులు తమ బహముఖశక్తిని ప్రదర్శించారు.

మానవులు తమ చుట్టూఉన్న ప్రకృతి శక్తులపై ఘన విజయాలను సాధించారు. అయితే, ఇక్కడ శాస్త్ర విజ్ఞానములో గొప్ప లోపము కనిపిస్తుంది. ప్రపంచ నాగరకతా చరిత్రకారుడు సర్ విన్స్టేబ్ట్ స్ట్రాట్ ఫర్డ్ వక్కాణించినట్లు, విజ్ఞానశాస్త్రము మానవుని పరిసరములను అభివృద్ధిపరచినది. కాని మానవుని మాత్రము అభివృద్ధి పరచలేక పోయినది. నేడు మానవులు శాస్త్ర విజ్ఞానమునందు హిమవన్నగ సమానులు కావచ్చును. కాని నైతిక

జ్ఞానమందుమాత్రము శైశవస్థితీలో నున్నారని రూఢ్విజ్ఞాన విచారము వ్యక్తము చేశారొకప్పుడు.

విజ్ఞానశాస్త్ర పరిశోధన శాస్త్రజ్ఞులలో వాస్తవిక తత్వమును, నిస్సంగత్యమును పెంపొందించునని పైన వివరింపబడినది. ఈ నిస్సంగత్యము శాస్త్ర పరిశోధనా సమయమున అభిలషణీయమైనదే. కాని, మానవ జీవితముపై వారి శాస్త్ర ప్రయోగముల ప్రభావమునందుకూడ శాస్త్రజ్ఞులు తమకేమి సంబంధము లేదనుట సబబుకాదు. తమ ప్రయోగముల తాలూకు దుష్పరిణామములకు, సత్పరిణామములకు, కొంత నైతిక బాధ్యత శాస్త్రజ్ఞులు వహించక తప్పదు. మౌలికముగ, అణుబాంబు ఉత్పాదన రాజకీయ నిర్ణయమైనప్పటికి ఈ విషయములో శాస్త్రజ్ఞులు పూర్తిగ నిష్కళంక వర్తనులని చెప్పటానికీపిలేదు.

రెండువందల సంవత్సరాల కాలములోనే విజ్ఞాన శాస్త్రము అపూర్వములైన విజయాలను సాధించినది. శాస్త్ర పరిశోధనల మూలమున మానవుడు దూరాన్ని అధిగమించాడు. రుగ్మతను జయించాడు. విశ్వ మానవ కళ్యాణమునకు వసుధైక కుటుంబస్థాపనకు కృషి చేస్తున్నాడు. విజ్ఞాన శాస్త్రము మానవుని

మారణ హోమమునకు కాక, మానవ కళ్యాణము నకు దోహదకారి కావలెననిన, మానవుని నైతికాభివృద్ధికి కృషి చేయవలసిన అవసర మెంతైనా ఉన్నది సంస్కృత శబ్దము 'శాస్త్రమ్' లో రెండు భాగములు ఉన్నాయి. 'శాస్' + 'త్ర' 'శాస్' అనగా శాసించుట. 'త్ర' అనగా రక్షించుట. ఈనాటి విజ్ఞాన శాస్త్రము, శాస్త్ర పథములోని మొదటి భాగము - అనగా శాసించుట - గురించి శ్రద్ధ వహిస్తోంది. అయితే రెండవ భాగము - అనగా రక్షించుట గురించి తగిన శ్రద్ధ తీసుకొనక పోవుచే నేటి అనర్థాలకు కారణము. మానవ జాతి సంరక్షణ పురోగతి శాస్త్రమునకు ముఖ్య ధ్యేయములు, కావలెను. అట్లు కానిచో, విజ్ఞాన శాస్త్రము వెణ్ణితలలు వేసి, రాధాకృష్ణ పండితుడు హెచ్చరించినట్లు, నాగరికతా పతనమునకు, ఆటవికతా పునః ప్రవేశమునకు (Collapse of Civilisation and Relapse into Barbarism) దారితీయగలదు.

— డా. ఎన్. ఎన్. ప్రభాకర్ రావు.

## 8. విజ్ఞాన శాస్త్రపు హద్దులు

ఆదినుండి మానవుడు ఎన్నో వింతలను, విశేషాలను గమనిస్తూనే ఉన్నాడు. సాధారణంగా తనచుట్టూ జరిగే విషయాలను అతడు తన జ్ఞానేంద్రియాల సహాయంతో తెలుసుకుంటాడు; పరిశీలిస్తాడు; పరిశీలన ఎక్కువ కచ్చితంగా ఉండడానికి ఎన్నో సాధనాలను ఉపయోగిస్తాడు. ఇవి ఎందుకు, ఎలా జరుగుతాయి అని ఊహిస్తాడు. వివేకంతో అనుభవముతోసిద్ధాంతాలను రూపొందిస్తాడు. సిద్ధాంతాలపర్య

వసానంగా లభించిన ఫలితాలను సునిశిత ప్రయోగాలతో పరీక్షిస్తాడు. ఫలితాలు వాస్తవమని తెలిస్తే ఊహించినవాదం నిజమని నిర్ధారణ చేయబడుతుంది అలా కాకపోతే ఊహించిన వాదం సరైనది కాదని త్యజించాల్సివస్తుంది. దీనిని శాస్త్రీయపద్ధతిని, ఈ పద్ధతిద్వారా సేకరించబడిన నమూనా సంపుటి శాస్త్రం అనబడుతుందని ఇదివరకటి ప్రకరణంలో తెలుసుకున్నాం.

జగత్తులోని జడపదార్థాల గూర్చిన విజ్ఞానం అమితంగా వృద్ధి పొందింది. ఇంతవరకు తెలిసింది స్వల్పం; తెలిసికో వలసింది అపారం. ఉదాహరణకు, విశ్వసృష్టినిగూర్చి శాస్త్రం అనేక విషయాలను సేకరించింది. నక్షత్రాల వయస్సు, స్థానం, పరిమాణం, వేగం, రసాయననిర్మాణం, గూర్చిన వివరాలు చాలావరకు వైజ్ఞానిక పద్ధతిని గ్రహించబడ్డాయి. అయినా నక్షత్ర మండలంతో గూడిన ఈ విశ్వంయొక్క హద్దులు యంతవరకూ నిశ్చయించబడలేదు. విశ్వపు వయస్సు గణించబడినా, అదిపుట్టకపూర్వం సృష్టివిధంగా ఉండేది ఊహించ నలవిగాఉంది. ఒకే మండలం కాక అనేక గ్రహమండలాలున్నట్లు భావించబడుతుంది. మనకు తెలిసినది ఒకే ఒక మండలాన్ని గురించి. తక్కిన మండలాల గురించిన జ్ఞానం కేవలం ఊహాగానంగా నిలిచిపోయింది.

విజ్ఞానశాస్త్రం ఎంతో ప్రగతిని సాధించినది. మానవకళ్యాణానికి, నాగరికతకు ఎంతోదోహదం చేసింది. రాకెట్ల నిర్మాణం జరిగింది. అంతరిక్షయానం సాధ్యమైంది. మానవుడు చంద్రమండలాన్ని చేరగలిగాడు. కొన్ని విషయాలను పదార్థాలను సేకరించితిరిగివచ్చాడు. కానిఅంగారక(మార్స్) గ్రహంమీద జీవం ఉందా? లేదా? సరిగా తెలియడం లేదు. భూకంపాలు ఎక్కడ ఎప్పుడుజరిగాయో తెలుసుకోడానికి సీస్మోగ్రాఫులు రూపొందించబడ్డాయి. కాని జరగజోయే భూకంపాలు ఎప్పుడు ఎక్కడ జరుగుతాయో ప్రాగుక్తం (Predict) చేయడం సాధ్యంకావడంలేదు. ఇదేగతక సాధ్యపడితే కోటాను కోట్ల ప్రాణాలను ఎంతో విలువైన ఆస్తిపాస్తులను రక్షించ వీలవుతుంది. విజ్ఞానశాస్త్ర పరిజ్ఞానంతో అనేక కృత్రిమ వస్త్రాలు తయారుచేయబడ్డాయి. చూడడానికి అందముగానే ఉంటాయి. చాకలిఖర్చు తక్కువ, కాని వీటిలో దేనికి ప్రకృతిలో లభ్యమయ్యే ప్రతికి ఉండే నీటినిపీల్చుకొనే స్వభావం రాలేదు.

ఎన్నో సమస్యలు గుర్తించబడ్డాయి. వానిలో అనేకమైనవి పరిష్కరించ బడ్డాయి. అయినా అతి సరళమైన కొన్ని ప్రశ్నలకు సమాధానాలు లభ్యం కావడంలేదు. ఉదాహరణకు చక్కెర ఎందుకు తియ్యగా ఉంటుంది. మెరుగుడు పురుగులోని కాంతి ఎలా జనిస్తుంది? మామూలు రొంప జలుబుకు కారణం ఏమిటి? మొదలయినవి జీవశాస్త్రంలో జీవి అంటే ఏమిటి? అనే ప్రశ్నకే జవాబులేదు. దీనిని బట్టి విజ్ఞానశాస్త్రం ఎంత విస్తరించిందో దానికెన్నో రెట్ల పరిమాణంలో అజ్ఞానం విస్తరించి ఉంది.

అనుదినం క్రొత్త విషయాలు జరుగుతూనే ఉంటాయి. క్రొత్త సమస్యలు గుర్తించ బడుతూ ఉంటాయి. పరిశోధనలు నిరంతరం నిర్విరామంగా సాగుతునే ఉంటాయి. విజ్ఞానం దినదినం పెరుగుతునే ఉంటుంది. దీనికి హద్దులు లేవు; పరిమితులు లేవు.

విజ్ఞానశాస్త్రం ఎంత ప్రగతిని సాధించినా అది కావలసినంతగా అభివృద్ధి చెందలేదు. దీనికి కారణాలెన్నో ఉండవచ్చు. వీనిని తెలుసుకునే ముందు శాస్త్ర కర్తవ్యం ఏమిటో తెలియడం మేలు. శాస్త్రకర్తవ్యం సమస్యను గుర్తించడం, దానిని విశ్లేషించడం, విశదీకరించడం. మొదలైనవి. సమస్యను గుర్తించడంలో ఒక వాస్తవాన్ని గూర్చిన సమాచార సేకరణ ముఖ్యమైనపుట్టం. వీటిలో దేనిలో లోటు పాట్లున్నా; శాస్త్ర పురోభివృద్ధికుంటు బడుతుంది. శాస్త్ర, పురోభివృద్ధిలో అంతరాయాలకు కారణం.

ఒక వాస్తవాన్ని గురించిన సమాచార సేకరణ విధానంలోని హద్దులు, మనకున్న సదుపాయాలు, పరికరాలు, శక్తి సామర్థ్యాలనుబట్టి సమాచారాన్ని, కొంతవరకే సేకరించగలం. కన్ను, చెవి, ముక్కు మొదలైన జ్ఞానేంద్రియాలతో తెలుసుకోగలవి తగు మాత్రమే. కంటికి కనబడని సూక్ష్మకణాలను చూడడానికి సూక్ష్మదర్శిని ఉపయోగిస్తాం. దీనితో

కూడ చూడలేనికణాలు ఎన్నో ఉన్నాయి, ఉదాహరణకు. అణువు పరమాణువు, వీనిని ఆధునిక ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ తోనే గాక మరియేయితర పరికరంతోను చూడసాధ్యం కాదు. అందుచేత, చూచి తెలుసుకోవడంలో కొన్ని పరిమితులు ఉన్నాయి. అయితే కంటికి కనబడని వానిని గురించి సమాచార సేకరణ ఎలా జరుగుతుంది?

ఒక వస్తువును గూర్చిన సమాచారాన్ని అది ప్రదర్శించే ధర్మాల నాదారంగా చేసికొని సేకరించవచ్చు. దీనికొరకు ప్రయోగాలు చేయబడతాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు ప్రయోగ ఫలితాలను వ్యాఖ్యానించి కొన్ని నిగమనాలు చేయబడతాయి. ఈరీతిని కొన్ని ప్రయోగాలద్వారా పరమాణువులలో ప్రోటాన్లు, ఎలక్ట్రాన్లు, న్యూట్రాన్లు ఉన్నాయని కనుగొనబడింది. మరికొన్ని ప్రయోగాలవల్ల పరమాణువులో వీని అమరికనుకూడ తెలిసికోవడం సాధ్యపడింది. అయితే కనబడని వానిని గురించి సేకరించే సమాచారమంతా ఊహాభూయిష్టంగా గోచరిస్తుంది. దేనినైనా ఊహించడానికి యత్నాలు జరిగినప్పుడు అది మరింత ఊహాపీతంగా కనబడుతుంది. ఇది శాస్త్ర విస్తరణకు తీరని హద్దు.

శాస్త్రం కేవలం ఊహాభూయిష్టం కాకూడదు. ఊహను సమర్థించే ప్రయోగాత్మక ఋజువులు కావాలి. ఎలక్ట్రాన్ సంచారాన్ని గురించిన ప్రసక్తి వస్తే ఖచ్చితంగా యిలా ఉంటుందని చెప్పడం కష్టం. కేంద్రకపు చుట్టూఉండే ప్రదేశంలో ఏదేని ఒక చోట ఎలక్ట్రాన్ను తప్పక చూడవచ్చని కచ్చితంగా చెప్పజాలం. అది ఒక ప్రదేశంలో ఉండే ఆవకాశం ఎక్కువనిగాని, తక్కువని గాని చెప్పవచ్చు. అంటే అది ఒక ప్రదేశంలో నూటికి 90 పాళ్ళు ఉండవచ్చునని మాత్రం చెప్పగలం. కచ్చితంగా యిక్కడే వుంటుంది; అక్కడే వుంటుంది, అనిమాత్రం చెప్పడం కష్టం. దీని సారాంశ

మేమంటే శాస్త్రాని కుండవలసిన ముఖ్య లక్షణాల్లో ఒకటైన నిశ్చితత్వం దెబ్బతింటున్నది.

శాస్త్రజ్ఞుల ద్వైషభావంవల్ల సమాచార సేకరణ సంపూర్తిగా జరగక పోవచ్చు. అది కూడా శాస్త్ర పురోభివృద్ధికి తీరని అవరోధము. శాస్త్రజ్ఞులు తమ పరిశీలనలోని అంశాలనన్నింటిని స్వీకరించక పోవచ్చు. తమకు నచ్చిన, అనుకూలంగా ఉన్న భావాలను మాత్రమే స్వీకరించడం జరుగుతూ ఉంటుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు, వారికి గిట్టని వాటిని, వారికి నమ్మకంలేని వాటిని, రెండవ ఆలోచనలేకుండా తృణీకరించడం జరుగుతూ ఉంటుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు ముఖ్యమైన అంశాలు చేజారి, సమస్య పరిష్కారం కాబడదు; శాస్త్రం శ్రీఘ్రగతిని పురోగమించదు.

ఒక శాస్త్రరంగానికి కావలసిన పనిముట్లు వస్తు సామగ్రి మరొక శాస్త్రరంగంలో రూపొందక పోవడం వల్ల పురోభివృద్ధి దెబ్బతింటుంది. ఉదాహరణకు దూరదర్శినులు రూపొందించబడే వరకు ఖగోళశాస్త్రం విస్తృతి చెందలేదు. X - కిరణాలు కనుగొనబడే వరకు, ఘనపదార్థాల నిర్మాణ స్వభావం తెలియలేదు,

క్లోరోఫార్మ్ తయారుకావడంతో శస్త్రచికిత్స శీఘ్రగతిన పురోగమించింది. రాకెట్లకు కావలసిన యింధనపు తయారీతో అంతరిక్షయాత్ర సాధ్యపడింది; మానవుడు చంద్రమండలంపై కాలుమోపగలిగాడు,

శాస్త్రజ్ఞులమధ్య పరస్పర సహకారం లేకపోవడంకూడ శాస్త్రపురోభివృద్ధికి గొడ్డలిపెట్టు. ఒకరు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతాలను, ద్వైషభావంతో నైతేనేమి, వారికి దానిపై నమ్మకం కుదరకైతేనేమి తృణీకరించడం జరుగుతుంది. అదే సిద్ధాతం లేక భావన కొన్ని దశాబ్దాల తరువాత ఆమోదించబడుతుంది. ఆ భావన లేక సిద్ధాతం,

యొక్క ఉపయోగం కొన్నిదశాబ్దాలు స్తంభించి పోయిందన్నమాట. శాస్త్రపరిశ్రమ పర్యవేక్షిస్తే యిటువంటి సంఘటనలెన్నో బయల్పడతాయి.

ప్రతిసమస్యకు శాస్త్రం పరిష్కారాన్ని చూపిస్తుందని ఆశించడం పొరపాటు. సమస్య పరిష్కారానికి, విశదీకరణకు కొన్ని మూలభావాలు అవసరం. అటువంటి మూలభావాలు లేకపోతే సమస్యలు పరిష్కరించ బడవు. శాస్త్ర పురోగమం సన్నగిలుతుంది. జీవము గురించిన మూలభావాలలో పంచలక్షణశాస్త్ర పురోభివృద్ధికి ఆటంకం కలిగింది. ఈ శాస్త్రానికి కావలసిన అతి ముఖ్యమైన భావాలు తప్ప ఏ యితర భావాలు ఈ శాస్త్రంలో చేర్చబడలేదు. జీవశాస్త్రజ్ఞులు ఉపయోగించే ప్రాథమిక భావాలు ఆ శాస్త్రపు ముఖ్య సమస్యల పరిష్కారానికి కూడా ఉపయోగకరంగా లేవు, జీవులకు నిర్ణీత పులకగల తారతమ్యం తెలిసినప్పటికీ జీవి అంటే ఏమిటి? ఆనే ప్రశ్నకు యంతవరకు సమాధానం లేదు ఇటువంటివి మరెన్నో ముఖ్యమైన ప్రాథమిక ప్రశ్నలకు సమాధానాలు లేవు.

సమస్యలు గుర్తించబడక పోవడం కూడా శాస్త్రపురోభివృద్ధికి తీరని అవరోధం. శరీర చైతన్యానికి కారణం ఏమిటి? శారీరక ప్రక్రియకు ఒక ఉద్దేశం ఉంటుంది; గమ్యం ఉంటుంది. దానిని సాధించే నిమిత్తం ప్రక్రియ జరుగుతుంది. ఇటువంటి సమస్యలు కూడ గుర్తించబడలేదు, పైగా జంతుజాలాలలో సంక్రియలకు లేక చలనాలకు ఒక ఉద్దేశం అంటూ లేదని జీవశాస్త్రజ్ఞుల నమ్మకం. దీనిని ఋజువు చేయాలన్న ఉద్దేశంతో ప్రయోగాలు కూడ రూపొందించబడ్డాయి. కాని అవి సంతృప్తికరంగా గోచరించ లేదు.

సమస్యల పరిష్కారం కుదర్చనంత మాత్రాన శాస్త్రాన్ని చిన్న చూపుతో చూడడం భావ్యంకాదు. కనీసం సమస్య గుర్తించబడితే పరిష్కారం

ఈరోజు కాకపోతే రేపైనా వీలవుతుంది. సమస్యలు గుర్తించబడడం శాస్త్రవిస్తరణలో ఒక మైలురాయి.

కొన్ని దృగ్విషయాలను వివరించే యత్నంలో కొన్ని భాషకల్పనలు చేయడం జరుగుతుంది. కల్పిత బడిన భావం సరైనది కాకపోతే, శాస్త్రాభివృద్ధి దెబ్బతింటుంది. శాస్త్రం అనుమానాస్పదం అవుతుంది. భౌతికశాస్త్రంలో విద్యుదయస్కాంత తరంగాల సర్థంచేసుకోవడానికి శూన్యంలో కూడ ప్రయాణం చేయగల ఈ కాంతి తరంగాల వివరణకు స్థితిస్థాపక ధర్మగల ఈథర్ అనబడే పదార్థం విశ్వమంతా వ్యాపించి ఉందని భావించడం జరిగింది. అటువంటి పదార్థం ఉందో లేదో రూఢిగా తెలియదు. ఉందని మాత్రం ప్రయోగాత్మకంగా ఈ నాటికి కూడ ఋజువులు లేవు దాని స్వభావం కూడ తెలీదు. దీన్నిబట్టి తథ్యమైన ప్రకృతి స్వరూపంలో కొంతభాగాన్ని గురించే విజ్ఞానశాస్త్రం తెలుపుతుందని అర్థమవుతుంది.

జరిగిన, జరుగుతున్న విషయాలను వివరించే నిమిత్తం సిద్ధాంతాలు రూపొందించ బడ్డాయి. అవి నియమాలుగాను, సూత్రాలుగాను మారాయి ఈ సూత్రాలను రూపొందించేటప్పుడు పరిస్థితులలో మార్పులు లేనట్లు భావించడం జరిగింది. రూపొందించ బడిన సూత్రాలు భూతభవిష్యత్తులకు కూడ వర్తిస్తాయని భావించడం జరిగింది. ప్రస్తుత ఖగోళశాస్త్ర విజ్ఞానాన్ని బట్టి సంపూర్ణ గ్రహణం ఏదీకూడ 7ని. 40సె. లకు మించి ఉండదని తెలుస్తుంది 1000 A. D లో ఏర్పడిన సంపూర్ణ గ్రహణంకూడ అంతే కాలపరిమితిని కల్గిఉండ వచ్చని నమ్ముతాం. అప్పటి పరిస్థితులకు ఇప్పటి పరిస్థితులకు వ్యత్యాసమేమీ లేదని భావిస్తాం. కాని 40,000 A. Dలో ఇదే నియమానికి కట్టుబడి గ్రహణం ఏర్పడుతుందనే నమ్మకం ఏమిటి; ఏదైనా కాంతి విహీనక్షత్రం సూర్యమండలాన్ని సమీపించి గ్రహం

పరిధులను ఊహాతీతంగా మార్చవచ్చు ఈ నియమాల్లో కాలాన్ని బట్టి కలిగేమార్పు ఎంతస్వల్పమయినప్పటికీ కొన్ని శతాబ్దాలు గడిచేసరికి వానిలో తృణీకరించజాలని మార్పు కలగవచ్చు. ఇదేగనక జరిగితే సూత్రం లేక సిద్ధాంతం మారిపోవచ్చు. ఇది సిద్ధాంతానికి తీరని అవరోధం.

ఏనాడో రూపొందించబడ్డ న్యూటనుసిద్ధాంతాలు ఈనాటికికూడ అంగీకరింపబడుచున్నవి. అయితే అవి అధిక పరిమాణపు కణాలకుమాత్రం సంతృప్తికరంగా అనువర్తిస్తాయి; ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్లవంటి, అతి సూక్ష్మ కణాల ప్రవర్తనను వివరించడంలో కొన్ని యిబ్బందులకు గురైనాయి. వీనిని వివరించడానికి నూతన భావాలు, సూత్రాలు రూపొందించబడ్డాయి. నవ్య సూత్రాల ఆగమనం పూర్వ సూత్రాల నిష్క్రమణగా భావించరాదు. పూర్వ సూత్రాలు వివరింపజాలని విషయాలను నూతన సూత్రాలు వివరించవచ్చు.

శాస్త్రం పదార్థం ఎలా ప్రవర్తిస్తుందో తెలియజేస్తుంది. కాని అదేమిటో తెలియజేయదు. విద్యుదయస్కాంత తరంగాలేమిటో ఎవరికీ తెలియదు. అవి ప్రదేశంలో ఎలా విస్తరణ చెందుతాయనడానికి మాత్రం, కణ సిద్ధాంతం, తరంగ సిద్ధాంతం అనే రెండు సిద్ధాంతాలు రూపొందించ బడ్డాయి. వానిలో ఏ ఒక్కటి దాని ధర్మాలను పూర్తిగా వివరించదు. కొన్ని ధర్మాలు కణ సిద్ధాంతంతోను, మరికొన్ని తరంగ సిద్ధాంతంతోను వివరించబడతాయి. వీని స్వభావాన్ని తరంగ దైర్ఘ్యం ద్వారా వ్యక్తం చేస్తారు. కాని అదేమిటోమాత్రం తెలిదు.

శాస్త్రంలో సాదృశ్యాలు విరివిగా వాడబడతాయి. సాధారణంగా ఒకే రకపు మార్పులు ఒకే రకపు

కారణాలవల్ల కలుగుతాయనే భావం ఉంది. ఇది ఎంత నిజమో తెలియదు.

గతంలో జరిగిన విషయాలను భవిష్యత్తులో జరగబోయే విషయాలను శాస్త్రంద్వారా కచ్చితంగా తెలుసుకోవడం వీలుకాదు. గతం భవిష్యత్తులమధ్య వ్యవధి అధికమయ్యేకొద్దీ రూఢిగా చెప్పడం సన్నగిలుతుంది. మిన్నుముట్టే ఎత్తైన, విస్తారమైన పర్వత శ్రేణులు మనదేశంలో ఉన్నాయి. అవి ఎలా ఏర్పడ్డాయో తెలియకుండా ఉంది. అనుదినం అవి పెరుగుతున్నట్టు సూచనలుకూడ ఉన్నాయి. పర్వత శ్రేణుల ఎత్తు 5 అ. పెంచడానికి కావలసిన కూలీలు, కంట్రాక్టర్ల సంఖ్య ఊహాతీతం. ఎంతో ధనవ్యయంతో కూడిన పని. ఇటువంటి మహా కార్యాలు ప్రకృతిలో సహజంగా ఎలా జరిగాయో తెలియడంలేదు. దీనిని వివరించే నిమిత్తం రూపొందించబడిన సిద్ధాంతాలు అంత సమంజసంగా తోచడం లేదు. ఇవి ఏనాడో జరిగిన మార్పులు; కాలవ్యవధి ఎక్కువ కావడంవల్ల ఎలా జరిగింది కచ్చితంగా చెప్పడం కష్టంగా ఉంది.

అదే విధంగా దేశాలు, ఖండాలు కదులున్నాయని నమ్మకం. ఎందుకు కదులున్నాయో వివరించడానికి అనేక సిద్ధాంతాలు రూపొందించబడ్డాయి. కాని ఏదీ సమంజసంగా గోచరించడం లేదు స్పష్టితొలి దశలో ఖండాలన్నీ ఒకే భూభాగంగా ఉండేవని. కాలక్రమేణా అవి చీలి ఒకదానినుండి ఒకటి వేరవుతున్నాయని సిద్ధాంతాలున్నాయి. ఈ సిద్ధాంతాల సమర్థనకోసం శిలాజాలు (Fossils) ఉపయోగించబడ్డాయి. ఇది సత్యమో, అసత్యమో చెప్పడం కష్టం.

— డా. బట్ట నుబ్రహ్మణ్యం.



## 9. విజ్ఞాన శాస్త్ర తత్వము - విద్యారంగమున దానిపాత్ర

పరిసర పరిస్థితుల అవగాహన, ప్రకృతిలోని వివిధ దృగ్విషయాల నిష్పాక్షిక పరిశీలన, తద్వారా సత్యానేషణ, మొదటినుంచీ విజ్ఞానశాస్త్ర తత్వంగా ఉన్నది. విజ్ఞానశాస్త్రం సాంకేతిక పరిజ్ఞానరూపంలో అభివృద్ధి చెందటంతో పాటుగా మానవుని దైనందిన ప్రవర్తనా, ఆలోచనాసరళీ, ప్రకృతిపై అతనికిగల అధికారము, అన్నిరంగాలలో అతడుపయోగించగల పరికరములలో మార్పులు, వీటన్నింటివల్ల ప్రపంచ నాగరికతాభివృద్ధి జరుగుతూనే ఉన్నది.

అభివృద్ధిపొందుతున్న అన్ని దేశాలూ తమ జాతీయలక్ష్యాలు, తమ దేశప్రజలకు రక్షణ, ఆర్థిక స్థిరత్వం, ఉన్నతజీవన ప్రమాణాలను సాధించటానికి విజ్ఞాన సాంకేతిక రంగాలపైననే దృష్టి నిగిడ్చినవి. అందుకు ప్రతిగా సాంకేతిక వరంగా అభివృద్ధినిసాధించిన కొన్నిదేశాలు, తమ సైనిక శక్తిని, ఆర్థికవనరులను పెంచుకొని, అసలే పోటీలుపడుతున్న ప్రపంచ రాజ్యకూటమిలో తమ ఆంతస్తును ఇంకా పెంచుకొనేందుకు విజ్ఞానశాస్త్రం బాగా దోహదం చేసింది. ఇందువల్ల ప్రపంచ రాజ్యాలన్నింటికీ విజ్ఞాన సాంకేతికరంగాలను అభివృద్ధిపరచుకోవటం ప్రథమ కర్తవ్యమైనది. అంటే విజ్ఞానసాంకేతిక రంగాలు ఒక రాజ్యంయొక్క జాతీయమౌలిక విధానాలమీదా, ఆ రాజ్యం అనుసరించవలసిన విదేశ విధానాలమీద ఆమితమైన అధికారాన్ని చెలాయిస్తున్నవి. ప్రతి విజ్ఞానశాస్త్ర అవిష్కరణా, సాంకేతిక అభివృద్ధి, ప్రపంచ వ్యాప్తంగా తమ ప్రభావాన్ని చూపిస్తున్నవి. విజ్ఞాన

సాంకేతిక రంగాలకు అంతర్జాతీయత మొదటినుంచీ ఒక ముఖ్య లక్షణంగా ఉన్నది.

ప్రతి సాంకేతిక విషయావిష్కరణా మానవ నాగరికతాభివృద్ధికి దోహదం చేసినప్పటికీ, రాజకీయ, సాంఘిక, ఆర్థికరంగాలలో జాతీయంగా; అంతర్జాతీయంగా అది సృష్టించిన సంక్షోభాలు కూడ పెద్ద ఎత్తులోనే ఉన్నవి. వీటివల్ల విజ్ఞాన శాస్త్రతత్వంలో మార్పురావడమూ, విజ్ఞానసాంకేతిక రంగాల అభివృద్ధి - భూమిమీద మానవుని మనుగడకు, అసలు జీవరాసుల అస్తిత్వానికే - ముప్పు తేగల పరిస్థితులలో పడటమూ జరిగినవి.

ఈ విధంగా ఏర్పడిన భయాందోళనా పరిస్థితుల వల్ల ప్రపంచరాజ్యాలు తమలోతాము సహాయ సహకారాలు, సదవగాహన పెంపొందించుకొని ఒకే కుటుంబ సభ్యులవలె, శాంతియుత సహజీవనం చేయవలసిన అవసరం ఏర్పడింది. ఈజిప్ట్, ఇజ్రాయల్ దేశాలమధ్య జరిగిన సంఘర్షణ, భారతదేశానికి పెద్దఎత్తులో బంగ్లాదేశ్ ప్రజల వలస, కొన్నిదేశాలలో ఏర్పడిన దుర్భరక్షామ పరిస్థితులు, మలేరియా, క్షయ, పుట్టకురుపులపంటి వ్యాధుల నిదానచికిత్సా పద్ధతులు - ఇటువంటివన్నీ ఏ ఒక్క రాజ్యంలోనో జరిగే ప్రాదేశిక వ్యవహారాలుగాకాక, ప్రపంచ దేశాలన్నింటినీ కలచివేసే అంతర్జాతీయ సమస్యల రూపాన్ని పొందినవి.

ఇట్లా పెంపొందిన సదవగాహన, సహాయ సహకారాలు మళ్ళీ విజ్ఞాన, సాంకేతిక ప్రగతిని సాధించటానికి తోడ్పడినవి. అంతర్జాతీయ భూభౌతికశాస్త్ర సంవత్సరంలో (International

Geophysical year) చేపట్టిన అంటార్కిటికా కార్యక్రమము, ఇంటర్నేషనల్ ఇయర్ ఆఫ్ ది క్వైట్ సన్ (International year of the Quiet sun), ఇంటర్నేషనల్ ఇండియన్ ఓషన్ ఎక్స్ పెడిషన్ (International Indian Ocean Expedition) మొదలైనవి ఇందుకు పేర్కొనదగిన కొన్ని ఉదాహరణలు. ఇట్లా ప్రపంచ దేశాలన్నీ పాల్గొని సహకరించుకొనకపోతే, ఖగోళ, సాగర, వాతావరణ శాస్త్రములలో కొన్ని పరిశోధనలూ, విజ్ఞాన ప్రగతి సాధ్యము కావు.

వై విషయాలవల్ల, అన్నివైపులనుంచీ మానవునిమీద, మానవ సమాజంమీద విజ్ఞానశాస్త్రం ఏవిధమైన ప్రభావాన్ని చూపుతున్నదీ తెలుసుకోవచ్చు విజ్ఞాన సాంకేతిక ప్రగతివల్ల వచ్చే మార్పులకు, సంక్షోభాలకు మానవుడు తట్టుకొని నిలబడవలసిన పరిస్థితులు ఏర్పడుతున్నవి. మన రాజకీయ మేధావులను తికమకలుపెట్టే రాజకీయ సమస్యలు ఉత్పన్నమవుతున్నవి. అయితే వివిధ జాతులకు, మతాలకు, భావ వాదనలకు చెందిన ప్రజలమధ్య సదవగాహనను పెంపొందించి తద్వారా ప్రపంచ ప్రపంచంలో శాంతిని నెలకొల్పటానికి అవసరమైన రాజకీయ అవకాశాలను కూడ మనకు విజ్ఞాన సాంకేతిక శాస్త్రాలే ప్రసాదిస్తున్నవి

ఇన్నివిధాలైన మార్పులకు కారణభూతమైన విజ్ఞాన సాంకేతికశాస్త్రాలు, మానవుని ఆలోచనా శక్తిని పెంపొందించే విద్యవిషయంలో కూడ మార్పులను తెచ్చినవి. ముందుకాలంలో ఈ మార్పులు ఇంకా ఎక్కువగా జరగవలసిన అవసరం ఎంతో ఉన్నది. వీటినిగురించి తెలుసుకొందాము.

విజ్ఞాన సాంకేతికశాస్త్రాల అభివృద్ధివల్ల పరిశోధన కాలంలో పనిచేసే శాస్త్రజ్ఞుల సంఖ్య నానాటికీ పెరుగుతోంది. ప్రస్తుత లెక్కలనుబట్టి అంచనా

వేస్తే రాగల ఇరవై సంవత్సరాలలో ఈ సంఖ్య పొలాలలో పనిచేసేవారి సంఖ్యకన్న ఎక్కువవుతుంది. అంటే ఇది విద్యా, తదితర రంగాలలో కలిగించగలిగిన మార్పులను, అలజడిని మనం గుర్తించవచ్చు. మొత్తం ప్రపంచమంతా విజ్ఞాన సాంకేతిక రంగాల మయమై పోతుందన్నమాట.

మానవుని దైనందిన జీవితంలోనే కాక విద్యారంగంలో కూడ యంత్రాల, ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాల ప్రాబల్యం పెరుగుతూ పోతున్నది. ఫైడ్ ప్రొజెక్టరు, ఫిల్మ్ ప్రొజెక్టరు, రేడియో, టెలివిజన్, కంప్యూటర్లు విద్యారంగంలో ఇప్పటికే చోటు చేసుకొన్నవి. ఇవేవీ అధ్యాపకుని స్థానం అలంకరించలేక పోయినా వాటి ప్రాధాన్యం ముందు ముందు ఇంకా పెరిగిపోగలదు. విద్యలో ప్రయోగాత్మకత, లేదా ఆనుభవ పూర్వకమైన విషయ గ్రహణం ఎక్కువగా ఉంటుంది. అంటే ప్రస్తుతం ఆధారపడినంతగా పుస్తకాలమీద ఆధారపడక వాటి నుపయోగించి చేయగలిగిన ప్రయోగాల పరిశోధనల ప్రాముఖ్యం పెరుగుతుంది.

ప్రస్తుత విద్యలో ప్రత్యేక కౌశలము (Specialisation) ఒక ముఖ్యభాగమై పోయింది. ఇది విజ్ఞాన, సాంకేతిక ప్రగతివల్ల విద్యలో కలిగిన ముఖ్యమైన మార్పు. ముందు ముందు ఇది ఇంకా ఎక్కువైపోగల అవకాశముంది. "ఫిజికల్ రెహ్మా" వంటి విజ్ఞాన పరమైన పక్షపాతికను తీసుకొని, అది మొదలుపెట్టిన దగ్గరనుంచి ఎలా అభివృద్ధి చెందిందీ, ఎన్నిభాగాలు అయిందీ ముందుముందు ఎన్నిభాగాలు కావటానికి అవకాశమున్నదీ గమనిస్తే మనకు ఈ ప్రత్యేక కౌశలముగురించి బాగా బోధపడుతుంది. మనకు తెలిసిన విజ్ఞానం చాల ఎక్కువ కాబట్టి ఈ ప్రత్యేక కౌశలపు అవశ్యకత పెరిగింది. దీనివల్ల ఒక విభాగంలో పనిచేసే శాస్త్రజ్ఞుడికి

వేరొక విభాగంలో పనిచేసే శాస్త్రజ్ఞుడికిమధ్య తెలియ రాని అగాధం ఏర్పడింది. ఈ ప్రత్యేక కౌశలాన్ని అట్లాడించి, మనందరికీ సంబంధించి ప్రస్తుతం మనకు కనిపించే ఇంకొక ముఖ్యమైన ఏర్పాటు ఉన్నది. ప్రజలలో అధికభాగం వర్తమానకాలపు విజ్ఞాన సమస్యలకు దూరంగా ఉండటమే అది. ఏకాలంలో అయినా ఇది కొంతవరకు ఇలాగే ఉంటుంది. అయితే ముందుముందు ఈ ధోరణి కొనసాగేందుకు వీలులేదు. ఏ కొద్దిమంది శాస్త్రవేత్తలో చేసిన

వింత పరిశోధనలు, మిగతా మానవాళిమీద వారికే అర్థంతెలియని రీతిలో ప్రభావం చూపించటం చాలా అన్యాయమనే చెప్పాలి. ఈ పరిస్థితి తప్పుక మారవలసి ఉంటుంది. అంటే జనబహుళ్యానికి విజ్ఞాన సాంకేతిక శాస్త్రాలలో ఇంకా లోతైన పరిజ్ఞానాన్ని, పరిచయాన్ని కలిగించటంలో విద్య తోడ్పడవలసి ఉన్నది.

— సి. మురళీ మోహన శాస్త్రి.

## 10. విజ్ఞానశాస్త్ర భవిష్యత్తు - సైద్ధాంతిక సాంకేతిక అభివృద్ధి - సమీక్ష రణ

విజ్ఞానశాస్త్రము, సాంకేతిక శాస్త్రము మహా దృఢ జవంతో పెరిగిపోతున్న ఈ కాలంలో, వాటి భవిష్యత్తునుగురించి యోచించడం కష్టతరమే. ఈ శతాబ్దారంభంనుండి సిద్ధాంతంలోను, సాంకేతిక క్షేత్రంలోను వచ్చిన, వస్తూన్న, మార్పులు ఆశ్చర్యకరమైనవేకాక ఊహకు అందనివికూడ. ఈ అన్వేషణకు అంతమున్నట్టు తోచదు. ముఖ్యమైన కొన్ని విషయాలను చర్చిద్దాము.

మానవ నాగరికత యావత్తు మానవుడు ఉపయోగించుకోగల శక్తి (Energy) పరిమాణం పైన ఆధారపడిఉంది. శక్తినిచ్చే రకరకాల పదార్థాలను నిత్యజీవితంలో వినియోగిస్తున్నాము. అవి బొగ్గు, నేలబొగ్గు, కర్ర, నూనె, కిరస నాయలు, పెట్రోలు, ముడి చమురు మొదలైనవి ఇవి కాక కొన్ని సంపన్నదేశాలు కేంద్రక (Nuclear) శక్తిని కూడా వాడుతున్నాయి. ప్రకృతిలో లభ్యమౌతున్న ఈ ఇంధనాలు అపరిమితం కావు. ముఖ్యంగా నేలబొగ్గు, ముడిచమురు, కాలగమనంతో

తగ్గిపోతాయి. జనాభా పెరుగుదలతో మన అవసరాలు దినదినం పెరిగిపోతున్నాయి. అట్టి సందర్భంలో అధిక పరిమాణంలో నిరవధికంగా లభ్యమయ్యే శక్తిజనకాలకోసం అన్వేషణ కొనసాగుతూ ఉంది.

అన్నిటికంటే ఆకర్షణీయంగా ఉన్నది, సూర్యరశ్మి. అనుక్షణం వికిరణ రూపంలో ఎంతశక్తి నో సూర్యగోళం వెదజల్లుతున్నది. భూమిని చేరే శక్తి త్రోవలో శోషణం కాదనుకుంటే ప్రతివదరపు సెంటిమీటరు నల్లటి తలంపైన నిమిషానికి పదేసగటు శక్తి 2 కిలోరీలు. ఈ శక్తి కేవలం వ్యర్థమై పోతూఉంది. అట్టి శక్తిని పట్టి అనుకూలంగా భద్రపరచకలిగితే ఇంధన సమస్య చాలావరకు పరిష్కారమయ్యే అవకాశం ఉంది. ఉష్ణమండల ప్రాంతమందు రోజుకి ఆదమం ఎనిమిది గంటలైనా సౌరశక్తి బాగా లభ్యమౌతుంది. ఆ విధంగా సంవత్సరానికి 250 రోజులైనా శక్తిని సేకరించ వచ్చు. అంటే సంవత్సరానికి 2000 గంటలు సౌరశక్తిని

యథేచ్ఛగా సంగ్రహించే అవకాశం ఉష్ణప్రాంతాలలో ఉంది.

సూర్యరశ్మిని ఉపయోగకరంగా వినియోగించు కొనగల పద్ధతులు ముఖ్యంగా రెండు ఉన్నాయి. మొదటిది: రశ్మిని దర్పణాలతో కేంద్రీకరించి, నీటిని మరగబెట్టి ఆవిరితో విద్యుత్ ఉత్పాదక యంత్రాలను నడిపివడం; అంటే సూర్యరశ్మిని నీటి ఆవిరిద్వారా తుదకు విద్యుత్తుగా మార్చడం; రెండవది: సౌరఘటాలను వినియోగించి నేరుగా విద్యుత్తులోకి మార్చడం. మొదటిపద్ధతిలో పుటాకార దర్పణాలనో, పరవలయాకార దర్పణాలనో అనుకూలంగా ఏర్పాటుచేసి అవి కేంద్రీకరించిన సూర్యరశ్మితో నీటిని మరగబెట్టడం. అట్లా వచ్చిన ఆవిరితో విద్యుత్తునుత్పత్తి చేయడం; అట్టి యంత్రాంగం ఫలించింది. ప్రాన్సులో రెండు సౌరభట్టీలు ఇది వరకే నిర్మించేరు. 50 కిలోవాట్ల పవరు గల భట్టీ మౌంట్ లూయీలోను, 100 కిలోవాట్ల పవరు గలది ఒడైలో లోను ఉన్నాయి. వీటిని మెరుగు పరచే ప్రయత్నాలు జరుగుతున్నాయి.

రెండో పద్ధతి సౌరఘటాలలో సౌరశక్తిని నేరుగా సంగ్రహించి విద్యుత్తుగా రాబట్టడం. రోద సీయాన విషయంలో, కృత్రిమ ఉపగ్రహాలను భూమి చుట్టూ తిరిగేటట్లు ప్రయోగించిన సందర్భంలో, సౌరఘటాల నిర్మాణానికి అవసరము, అవకాశము లభించింది.

ఫోటో వోల్టాయిక్ సూత్రాన్ని అనుసరించి, సెలిని యమ్, సిలికన్, తామ్రములపటి మూలకాలు వాటి ఆక్సైడ్ల పలవటి పొరలతో చేరినప్పుడు, లేదా ఇతర విశుద్ధలోహాలతో చేరినపుడు, ఆ సంయోగం పైనబడే సూర్యరశ్మి, విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తూంది. వాటినే సౌర ఘటాలు అంటారు. అట్టి ఉత్పత్తి దక్షత 10%కంటే ఎక్కువ ఉండనప్పటికి, కృత్రిమ ఉపగ్రహాల విషయంలో ఇట్టి విద్యుత్తు

చాలా ప్రయోజనకరము. అవి సంపాదించిన విశేషాలను రేడియోద్వారా భూకేంద్రాలకు పంపవలసిన అగత్యముంది. దానికి విద్యుత్తు అవసరము. సామాన్య విద్యుద్ధటాలను ఉపగ్రహంలో ఉంచడానికి వాటి బరువు ఇబ్బంది కలిగిస్తుంది. పైగా ఉపగ్రహంలోని విద్యుదుత్పత్తి స్థానం ఎప్పుడూ సూర్యముఖంగా ఉండేటట్లు, అప్పుడు దానిపై ఎప్పుడూ ఎండ పడేటట్లు ఉపగ్రహ భ్రమణాన్ని ఏర్పాటు చేయవచ్చు. ఇట్టి సౌర ఘటాలు ఉపగ్రహాలలో సమర్థవంతంగా పనిచేస్తున్నాయి.

భూమిలో వాటి ఉపయోగ లాభం పొందాలి, అంటే కొన్ని చదరపు మైళ్ల తలమున్న సౌర ఘటం వాడవలసి ఉంటుంది. అదొక సాంకేతిక సమస్యే, అయినప్పటికీ రాగల 25 సంవత్సరాలలో ఆ సమస్యను పరిష్కరించి సౌరశక్తిని విరివిగా ఉపయోగించగల అవకాశం ఉంటుందని ఆసిస్తున్నారు.

జీవ శాస్త్రంలో విజ్ఞానశాస్త్రం సాధిస్తూ ఉన్న ప్రగతి గణనీయమైనది. చావు పుట్టుకలు జీవిక తప్పవు అంటారు. “జా త న్యో హి ద్రు వో మృత్యోః, ద్రువం జన్మ మృతన్యచ”. పుట్టిన వారిలో ఎవరూ మృత్యువుని జయించినట్లు వినలేదు. ఒక్కొక్క జీవజాతికి ఒక్కొక్క సగటు జీవ ప్రమాణం ఉంది. అయితే విజ్ఞానాభ్యుదయంతో ఆ సగటు విలువను పెంచడానికి చేస్తూన్న ప్రయత్నాలు ఫలవంతమవుతున్నాయి.

శరీరంలోని జీవకణాలు నిత్యం మారుతూనే ఉన్నాయి. పాతవి నశిస్తూ ఉంటే కొత్తవి రూపు ధరిస్తూ ఉంటాయి. కాని వయసు మళ్లినకొద్దీ జవ సత్వాలు తగ్గిపోయి కేవలం వయోభారంవల్ల గతిం చడం జరుగుతూంది. దానికి కారణాలను ఈనాడు తీవ్రంగా అన్వేషిస్తున్నారు. కాలంతోపాటు భౌతిక శరీరంలో వాటిల్లే మార్పులను ఆరికట్టగలిగితే

మానవుని జీవితకాలం పెంచగల అవకాశం లభిస్తుంది. వృద్ధాప్యంలో శరీరమున ఏ రసాయనిక పదార్థాలలోనైనా గుర్తించగల మార్పు ఏదైనా జరుగుతుందా? మాటకి కోలెస్టరాల్ అనే రసాయనం రక్తనాళాల లోపలిభాగం పైన పేరుకోవడం, దాని వల్ల వాటి సంకోచక శక్తి తగ్గి రక్తపుప్రోటు ఎక్కువ కావడం జరుగుతుంది. అటువంటివి నివారించి మృత్యువును జయిస్తారా?

పరమాణు కణాల సమస్య ఒకటి చిత్రంగా పరిణమిస్తూ ఉంది. పరమాణువు తటస్థ కణము. కాని దానిలో మూడు రకాల ప్రాథమిక కణాలు ఉన్నాయని గుర్తించేరు. అవి: ఎలక్ట్రాను, ప్రోటాను, న్యూట్రాను. ఋణ విద్యుదావేశం ఉండి చాలా తేలికైన కణము ఎలక్ట్రాను. అంత పరిమాణమే గల ధనావేశం ఉండి, దానికి దాదాపు 2000 రెట్లు ద్రవ్యరాశిగల కణం ప్రోటాను. ప్రోటానంత ద్రవ్యరాశి ఉండి ఆవేశం ఏమీలేని తటస్థకణం న్యూట్రాను. ప్రోటాను, న్యూట్రాన్లుకలిసి పరమాణు కేంద్రంలో కేంద్రకమై (Nucleus) ఉండగా, దానిచుట్టూ అనుకూలమైన కక్ష్యలలో ఎలక్ట్రాన్లు పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి. ఇది చక్కటి పరమాణు చిత్రము.

కాని, పరస్పరం వికర్షించుకొనే స్వభావంగల ప్రోటాన్లు ఏ విధంగా కలిసికట్టుగా కేంద్రకంలో ఉండగలుగుతున్నాయి అనే ప్రశ్న క్రొత్త కణాల ఉనికిని గుర్తించడానికి దారితీసింది. ప్రకృతిలో సౌష్ఠ్యం ఉంటుందని విజ్ఞానుల విశ్వాసము. గణిత సమీకరణాల పరిష్కారాలలో ధనాత్మక ఋణాత్మక గుర్తులు వస్తాయి. కణాలపరంగా ఋణాత్మక గుర్తుకు ఏమైనా అర్థము ఉందా అన్న ప్రశ్న, ప్రతి కణానికి దాని వ్యతిరేక కణం (Anti particle) ఉండాలి అన్న భావనకు ఆస్కార మిచ్చింది.

సాంకేతిక రంగంలో మహత్తర యంత్ర సిద్ధాంతం సాధ్యమవుతూ ఉంది. ప్రోటానువంటి ప్రాథమిక కణాలను నైక్ట్రోట్రాన్, బెప్ట్రాన్, సింక్రోట్రాన్ వంటి త్వరణకాలలోకి పంపించి అధిక వేగం కలిగించడం మూలంగా అనేక నూతన కణాల సృష్టిని గుర్తించడం సాధ్యమయింది. ఋణావేశము, ప్రోటానంత ద్రవ్యరాశి గల వ్యతిరేక ప్రోటానును గుర్తించేరు. ప్రోటానుకంటే ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిగల కణాలను కనుగొన్నారు. ఇట్టి కణాల సంఖ్య యంత్ర సామర్థ్యంతో పెరుగుతూ ఉంది. ఇవన్నీ ప్రాథమిక కణాలేనా అనే సందేహంకూడా కలుగుతూ ఉంది. శక్తి ద్రవ్యరూపం ధరించకలిగినప్పుడు పరిస్థితుల ప్రభావాన్నిబట్టి వివిధ కణాలు ఉత్పన్నమవుతున్నాయేమో అనే భావంకూడా కలుగుతూ ఉంది. వీటిలో ఒక సౌష్ఠ్యం కనిపెట్టడానికి జరుగుతున్న ప్రయత్నాలు ఇంకా ఫలించలేదు. ఇవేవీకాక, విపరీత అభిలక్షణాలున్న క్వార్క్ (quark) అనేదే ప్రాథమిక కణం అనే భావం కూడా బలం చేకూర్చుకొంటుంది. ఈ ప్రాథమిక కణాల రహస్యం తెలుస్తుందా?

భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని తెంచుకొని ఆకాశంలో పయనించడం ఒక గొప్ప సాంకేతిక విజయము. అది భవిష్యత్తులో సృజనాత్మకమైన పాత్ర వహిస్తుంది. సెకనుకు 11 కిలోమీటర్లు, అంటే దాదాపు గంటకు 40,000 కిలోమీటర్లు వేగంతో ప్రయాణం చెయ్యగల వస్తువుమాత్రమే భూబంధాలను ప్రతిఘటించగలదు. భూమిని విడిచిపోవాలంటే ఎదుర్కోవలసిన సాంకేతిక సమస్యలు చాలా ఉన్నాయి. శూన్యంలో ప్రయాణం చేయడం, అనుభవం లేని భారరహిత స్థితిలో ఉండటం, ఇవన్నీ సమర్థతతో సాధించేరు. ఒకప్పుడు భూగోళంలో జీవ వినాశక పరిస్థితులు ఏర్పడితే ఇతర గ్రహాలకు వలసపోయి మానవ జాతిని సంరక్షించే అవకాశ ముంది. అది అత్యద్భుత ప్రయోజనము.

విశ్వరూపం ఎట్టుంటుంది? దీనికి సమాధానం ఇంతవరకు లభించలేదు. సాంకేతిక పురోగమనంతో కోట్లకొలది సంవత్సరాల క్రిందట ఉన్న విశ్వభాగాలను చూడగల శక్తివంతమైన యంత్రాలు నిర్మిస్తున్నారు. వాటివల్ల లభించిన నవీన జ్ఞానం నిజానికి కలవరం కలిగిస్తున్నదంటే ఆశ్చర్యం కాదు. కోట్ల కొలది నక్షత్రాలు ఒక కుటుంబంగా-దానినే గేలక్సీ (Galaxy) అంటారు— ఆకాశంలో సంచరిస్తున్నాయి. ఈ గేలక్సీలు ఒకదానినుంచి ఒకటి దూరంగా పారిపోతున్నాయి. అట్టి పలాయన వేగం మననుంచి గేలక్సీదూరంతో సంబంధించి ఉంది. దూరానికి పలాయన వేగం అనుపాతంలో ఉంది. ఈ విధంగా కొంత దూరం పోయేసరికి వాటి పలాయనవేగం కాంతివేగాన్ని సమీపిస్తుంది. తరువాత తరువాత ఆ గేలక్సీలు కనిపించవు. అంటే వాటి నుంచి వచ్చే కాంతి ఎప్పుడూ మనకంటే పడలేదు. అందుకే మనకు కనిపించే భాగాన్ని “దృశ్యమాన

విశ్వము” అన్నారు. దానివెనుక ఏముందో తెలుసుకొనే అవకాశమే లేదు.

గేలక్సీలు ఎంతకాలం చెదిరిపోతాయి? ఒక వాదం ప్రకారం, ఈ చెదిరిపోవడం ఆగిపోయి, గేలక్సీలు మళ్ళీ దగ్గరగా చేరుకొనే పరిస్థితి ఏర్పడుతుంది. ప్రస్తుతం వ్యాకోచిస్తున్న విశ్వం సంకోచించడం మొదలవుతుంది. ఇప్పటి అంచనాలనుబట్టి దాదాపు 1500 కోట్ల సంవత్సరాలు వ్యాకోచం పొందిన తరువాత మరో 1500 సంవత్సరాలు సంకోచం పొంది విశ్వంలో ఉన్న ద్రవ్యమంతా “అద్య పరమాణువు” గా రూపొందుతుంది. అది మళ్ళీ ప్రేలి, తునాతునకలై విశ్వ వ్యాకోచం ప్రారంభమవుతుంది. ఇది అవర్తకంగా జరుగుతుంది కాబట్టి విశ్వమును “శౌలాయమాన విశ్వము” అన్నారు. విశ్వరూపానికి సంబంధించిన యథార్థ జ్ఞానం లభిస్తుందా?

— వసంతరావు వెంకటరావు.



## 11. తొలినుడి

గణితశాస్త్రము మహాసాగరము వంటిది. భౌతిక శాస్త్రము, రసాయనక శాస్త్రము, భూగర్భశాస్త్రము, ఖగోళ శాస్త్రము, ఇంజనీరింగ్, టెక్నాలజీ, స్టాటిస్టిక్స్ మొదలగు శాఖలలో చాలవరకు గణితము బహుముఖములుగా ఉపయోగపడుచున్నది. ఇటీవల వైద్య శాస్త్రము, వృక్ష శాస్త్రము, జంతు శాస్త్రము, అర్థ శాస్త్రము, కామర్సు, సైకాలజీ మొదలగు అనేకవిద్యలలో గూడ గణితశాస్త్రపు ప్రయోజనమును గుర్తించి విరివిగ ఉపయోగించుచున్నారు. ఈ విజ్ఞానకోశమున సంకల్పితమగు నాతి విస్తృత

పరిధిలోనికి ఈ శాఖలలోని ఎన్నో అంశములను చేర్చవచ్చును.

ఇందలి వ్యాసములు జీతశాస్త్రపు స్వరూపము, లక్ష్యము, ఫలితములను రేఖామాత్రముగా గోచరింపజేయును. ఇవి మొదటి డిగ్రీ పాఠ్యభాగములో సాధారణముగా అగుపించని అంశములపై వ్రాయబడినవి. పాఠకులకు గణిత శాస్త్రాధ్యయనము నందు కుతూహలము, ఉత్సాహము ఇవి కలిగించునని నమ్ముచున్నాను.

— ఆచార్య : జె. రమాకాంత్.

## 12. గణితశాస్త్ర పురోగమనములో కొన్ని ముఖ్య ఘట్టములు

చరిత్రలో అనాదినుండి నాగరికతాభివృద్ధి, గణితశాస్త్రాభివృద్ధికి అనుగుణంగా ఉంటూ వచ్చింది. నాగరికులందరూ గణితశాస్త్ర పురోగమనముపట్ల మిక్కిలి శ్రద్ధ వహించినారు. గణిత శాస్త్ర పురోగతికి సంఖ్య, రూపము ముఖ్యకారణాలు; సంఖ్యలనుండి బీజగణితము, అంకగణితము, రూపమునుండి రేఖాగణితము (జ్యామితి) యేర్పడినాయి. 17 వ శతాబ్దములో ఈ రెండూ ఏకమై, గణితశాస్త్రానికి జీవనది యనబడే గణిత విశ్లేష

ణమును రూపొందించాయి.

గణిత శాస్త్రములో రూపము, సాధారణముగా మనము ఊహించే ఘనవస్తువులు లేక రేఖాపటాల రూపములకన్న మరికొంత ఉన్నతపరిధిలో ఆలోచింపదగినది. ఈ క్రొత్త భావము గణితీయ సంబంధాల వాదాలనుండి యేర్పడింది. బీజగణితము, రేఖాగణితము, మున్నగు శాఖలలోని ఉపపత్తి విశ్లేషణలనుండి ఈ భావన జన్మించింది.

స్వీకృతముల ఉపకల్పనలనుండి నిశితమైన ఉత్పాదక ఉపపత్తి లేకుండా గణితశాస్త్రము లేదు. నవీన యుద్ధరంగములోను, యుద్ధకార్యక్రమంలో శత్రునాశనానికిని గణితశాస్త్రము అనివార్యము. కాని ఈ శాస్త్రపురోగతిని, కళల, విజ్ఞానశాస్త్రాల అభివృద్ధి దృష్టితోనే సాధించారే కాని మరో ఉద్దేశంతో కాదు.

సామాన్య పాఠకునికి గణితశాస్త్రంలో కుతూహలాన్ని కలిగించే ముఖ్యమైన వేవనగా: ఆనంత వాదమును గురించిన ఆధునికపు ఆలోచనలు; సంభావ్యత (Probability) యొక్క మూలము; సమాహమయొక్క భావన, ప్రాముఖ్యము; నిశ్చరత (Invariance), యూక్లిడియనేతర జ్యామితి (non-Euclidean Geometry) యొక్క పరమార్థము; సాపేక్ష సిద్ధాంత మూలము; సామాన్య సహజ సంఖ్యల ధర్మములు; వాటి నవీన సార్వత్రికరణ; సంకీర్ణ సంఖ్యలు సాంకేతిక తర్కము కలిగిన గణితము, వాని ఉపయోగములు.

గణితశాస్త్రానికి నాల్గు గొప్పయుగా లున్నాయి. ఇవి 1. సుమేర్ - బాబిలోనియా - ఈజిప్టుయుగము 2. గ్రీక్ యుగము, 3. న్యూటన్ యుగము 4. గణిత శాస్త్రజ్ఞులు స్వర్ణయుగమునే (క్రీ. శ. 1800 నుండి నేటివరకు) నవీన యుగము. బాబిలోనియా యుగంలో అంకగణితము, వైశాల్యము, ఘన పరిమాణముల రూపకము (Mensuration), సుమేరియనుల తదితర ప్రాచీనుల పరిశోధనలనుండి అభివృద్ధి చెందినదని కొన్ని ధృఢమైన ఆధారాల ద్వారా వ్యక్తమవుతుంది. ఈకాలములోనే నక్షత్ర శాస్త్రము (ఖగోళశాస్త్రము), అంకగణితము, బీజగణితములోని కొన్ని ప్రాథమిక అంశాలు ఆతిత్వరితగతిని రూపొందినవి. గణితశాస్త్ర చరిత్రలోనే బీజగణితము ఈ విధముగా ఉద్భవించి రూపొందడము చాలా విశిష్టమైనది. ప్రాచీన శతా

బ్దాలలో ఈజిప్టు - బాబిలోనియాలలో నిత్యానుభవములలో నుండియే గణితశాస్త్రమేర్పడినది. ఖగోళ శాస్త్రంలోనూ, వ్యాపార, వాణిజ్య విషయంలోనూ సంఖ్యలను ఉపయోగించేవారు. రూపము గురించి నిత్యానుభవముతో కూడిన మెన్సురేషన్ లో విశదపడినది, ఖగోళశాస్త్రము, సర్వే (Survey), ఇంజనీరింగు (Engineering) శాఖలలోను వాడుకలో వుండేది. ఆ శతాబ్దములలోనే మనమిప్పుడు చర్చించే సహజసంఖ్యా సమితి, వాటి విస్తరణల పరిశోధనకూడా ప్రారంభమయింది. అంకగణితముకన్న శక్తివంతమైన బీజగణితము రూపొందడము ప్రారంభమయింది. మెన్సురేషన్ లో నిత్యము ఏర్పడే కొన్ని వాస్తవిక సమస్యలనుండి గణితశాస్త్రములోని అనంతభావనపై కొద్దిగా ఈ ఊహాగానము మొదలైనది. ఆపుడు మొదలయిన ఈ ఊహాగానము, తదుపరి దానివై సాగిన అనేక శతాబ్దాల పరిశోధనల ఫలితమే ఈనాడు అత్యంత సుందరముగా రూపొందిన గణిత విశ్లేషణము.

సుమేర్ - బాబిలోనియా యుగమున సువ్యస్థిత పరిపాలన మొదలైనప్పటినుండి క్రమదశతో క్రీస్తు శకారంభమువరకు గణిత శాస్త్రము వికసనము పొందినది. ఈ యుగములో క్రీ. పూ. 3500 నుండి 2,500 వరకు గల కాలము అందు అత్యంత ప్రముఖము. ఆనాటి వివిధ గణిత పరిశోధనలను క్రీ. పూ. 2181-1961 మధ్యకాలమున రచితములగు గ్రంథములందు లిఖితరూపమునుపొందినవి. ఈ కాలములో ప్రాథమికాలోచనలకు, సుమేరియనులు ముఖ్య కారకులు. క్రీ. పూ. 2500నాటికి సుమేరియాలోని వ్యాపారులకు కొలతలు, తూకములు గురించి ఘట్టముగా తెలుసు. వారు బాబిలోనియనులకు ఎక్కువగా వ్యాపించేదేసినది షష్ట్యంశమానము. కాని కొంతశ్రద్ధగా పరిశీలిస్తే యిందులో దశాంశ మానముకూడా కలసివుందని తెలుస్తుంది. అంక



గణితపట్టికలను తయారు చేయడంలో బాబిలోని యనులు, తీసుకొనిన శ్రద్ధ ఆపూర్వము, అసామాన్యము. వారు పూర్ణాంకములు “n” నుండి “1/n” విలోమ పట్టిక షష్ట్యంశమునకు తయారు చేసిరి ఈజిప్టులో అంకగణితములో “స్థాన” విలువలు లేకుండా దశాంశమానము ననుసరించిరి. క్రీ. పూ. 1650 నాటికి అంకగణితములో కూడిక, తీసివేత, గుణకార, భాగహారములు ఏర్పడినాయి.

ఈజిప్టులో అంకగణిత పురోగమనములో అభినందనీయము, యోగ్యము అయినది ఏదంటే, గణనను తిరిగి సరిమాడడము. దీనినిబట్టి ఈజిప్టు దేశీయులు అంకగణితములో ఉపపత్తి ప్రాధాన్యముల గమనించినారని తెలుస్తోంది. బాబిలోనియన్ గణితశాస్త్ర పురోగమనములోని రెండు ముఖ్య సాధనలు యేవనగా:

1. సమకాలిక సమీకరణాల జతల సాధనలో యేర్పడిన కొన్ని నిరోధకాలనుండి ఋజుాంకముల గురించి మొట్టమొదటిసారిగా తెలుసుకొనుట.

2. క్రీ. పూ. 4వ శతాబ్దములోని బాబిలోనియా ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు గుణకారములో సరియైన ధనాంక, ఋజుాంక గుర్తులను, అవి పాటించే సూత్రాలను వాడుకలోకి తెచ్చుట.

ఈరెండు సాధనలు ఆపూర్వమైనవి.  $\sqrt{2}$  సంఖ్యకు వారిచ్చిన ఉజ్జాయింపు  $1\frac{1}{12}$ . ప్రాచీన బాబిలోనియనులు సంఖ్యాత్మక గణనలో చాలా ప్రవీణులు. గ్రీకులు సంఖ్యనుగురించి చర్చించినపుడు దానికి మార్మికతను (Mysticism) ఆపాదించిరేగాని దానిని ఎక్కువగా గాఢముగా పరిశీలించకుండిరి. అదేవిధముగా బాబిలోనియనులు తర్కమును జ్యామితిని గురించి అత్యంత వివరముగా విషయమేమనగా, ఎక్కడ బాబిలోనియనులలో లోపముండినదో అచ్చట గ్రీకులు రాణించిరి. క్రీ. పూ. 2200

నుండి 2000 వరకు బాబిలోనియాలో గణిత శాస్త్రము చాలా ముందడుగువేసింది. దీర్ఘ చతురస్ర, సమకోణ త్రిభుజ, సమద్విబాహు త్రిభుజ, వృత్తముల వైశాల్యములను కనుగొనుటకు సరియైన సూత్రములను వ్యవహరించిరి. కాని వీరు  $\pi = 3$  అనుకొని ఉపయోగించిరి. దీర్ఘ చతురస్రాకారపు సమాంతర ఫలకము, వృత్తాకార స్థూపము, సమలంబ చతుర్భుజాధారముగా వుండే లంబపట్టకముల గురించిన సంఖ్యాత్మక సమస్యలకు సరియైన జవాబులిచ్చిరి. ఇక జ్యామితిలో అర్థ వృత్తములోని కోణము సమకోణముని, a, b, c, ల ప్రత్యేక విలువలకు  $c^2 = a^2 + b^2$  వర్తిస్తుందని (పైథాగరస్ సిద్ధాంతము), నరూప త్రిభుజములలో అనురూప కోణముల ఆసన్న భుజములు ఒకే అనుపాతములో వుంటాయని బాబిలోనియనులకు తెలుసు. ఈ సిద్ధాంతము రెండు నిష్పత్తుల సమానత్వము గురించి తెలుపుతూ, నాలుగు సంఖ్యల అనులోమానుపాతములో వుంటుందని ఉదహరించుటనుండి గ్రీకులు స్థాపించిన, నేటికిని మారని అనుపాత వాదమునకు బాబిలోనియనులు మొదటి అడుగువేశారని చెప్పవచ్చు.

ఈజిప్టు దేశస్థులకు జ్యామితిలో త్రిభుజ వైశాల్యము  $= \frac{1}{2} \times \text{భూమి} \times \text{ఎత్తు}$  అను సూత్రము తెలుసు. ప్రపంచములోని చరిత్ర ప్రసిద్ధిగాంచిన ఏడు వింతలలో ఈజిప్టులోని పిరమిడ్ కూడా కలదు. ఈజిప్టులోని ఈ గొప్ప పిరమిడ్ ఒక అజ్ఞాత నామధేయుడైన గణితశాస్త్రజ్ఞుని ఆలోచనా ఫలితమే. ఈతడుగ్రీకుల పూర్వమువున్న జ్యామితిలో ప్రసిద్ధికెక్కిన ఒక చదరపు శిఖరముయొక్క ప్రస్తమ (Frustrum) యొక్క ఘనపరిమాణ సూత్రము  $\frac{1}{3}h (a^2 + ab + b^2)$  (h ఎత్తు, a, b లు పై క్రింది ఆధారముల భుజములు) అతడు సహజజ్ఞానముతో ఊహించిన సరియైన

సూత్రము. మనమిప్పుడు కలనగణితములో ఋజువు చేసే సూత్రమునకు ఇది దారితీసెను. పట్టకపు సూత్రములన్నింటికిని ఉపపత్తి త్రిభుజాకారపు పిరమిడ్ యొక్క సూత్రమునుండి గ్రహింపబడింది. క్యాలెండరు (పంచాంగము), భూగోళశాస్త్రము, నౌకాయానము, (Navigation) ఈ మూడు శాఖలకు గూడా, నిశితమైన ఖగోళశాస్త్రము కావలసి వచ్చింది. అంకగణిత జ్ఞామితులు నిశితమైన, ఖచ్చితమైన గణితీయ అనుభవమునుండి పురోగమించినపుడే నిశితమైన ఖగోళశాస్త్రము రూపొందుతూంది.

ప్రాచీన గ్రీకుదేశస్థులు ఆకరణీయ సంఖ్యలపై తాము గావించిన పరిశోధనా కృషిని అంకగణితమని, తర్క-శాస్త్రమని విభజించినారు. శాస్త్రతర్కములోనూ, వ్యాపార వాణిజ్య, ఖగోళ శాస్త్రములకు సంబంధించిన, నిత్యవ్యవహారాలలోనూ సంఖ్యాత్మక గణన ప్రక్రియలను వారు ఉపయోగించినారు. అంకగణితములో సంఖ్యాధర్మాలగురించి వివరించినారు. అంకగణితములో భాగహార ప్రాతిపదిక సిద్ధాంతములను యూక్లిడ్ ఋజువుచేసెను. ప్రధాన సంఖ్యల (Prime numbers) లో గరిష్ట తమ మేది లేదనియు రుజువుచేసెను. ఇందులో క్రి. పూ. 5వ శతాబ్దమునుండి 6వ శతాబ్దాలలో పైథాగరస్ అతని అనుయాయులును, సూచించిన రూపాంతర సంఖ్యా (Figurete numbers) సిద్ధాంతము నవీనిస్తూ అంకగణితానికి ప్రధానదోహదకారి అయింది. పైథాగరస్ అంకగణితములో సాధించిన మరొక విశేషమైనకృషియేదనగా, సమానతన్యత గల సమాపతంత్రులను మీటినపుడేర్పడే శ్రుతుల స్వరస్థాయి (Pitch) కిని తంత్రుల పొడవునకుగల సంబంధమును వ్యక్తపరిచే న్యాయము. దీనిని సంగీతాంతర న్యాయమని పిలుస్తారు. గణితీయ భౌతికశాస్త్రములో కనుగొన్న ఈ న్యాయము అనూహ్యముగా మొట్టమొదటిసారిగా, సంఖ్యా,

అంతరాళము, హరాత్మముల అవినాభావ సంబంధమును వ్యక్తపరిచెను. గ్రీకులు సంఖ్యలకు సాంకేతికరూపము ఇవ్వడానికి ప్రయత్నించిరి. కాని తుదకు దీనిని భారతీయులు సాధింపగా, వారినుండి ఆరబ్బులు క్రి. శ. 800 ప్రాంతమున గ్రహించి పాశ్చాత్య ప్రపంచమున వ్యాపింపజేసిరి.

ఈజిప్టు బాబిలోనియా తూర్పుదేశాల సందర్శింప కుతూహలపడి ప్రయాణము కావించిన గ్రీకులకు విద్యార్జనకు అవకాశము లభ్యమయ్యెను. ప్రాచీన గ్రీకుదేశస్థులు ప్రాక్ దేశాల పర్యటించి ఈ విజ్ఞాన రంగములనుండి మిక్కిలి లాభమును పొందినారు. ఆ పర్యటన గ్రీకుల గణితమేధస్సును మేల్కొల్పి దానిని ఉన్నత భూమికలకు చేర్చినది. యైనది. గ్రీకులు క్రి.పూ. 5వ శతాబ్దములో యీ క్రింది రెండు అపూర్వ విషయాలను ఎఱుకపరచిరి. మొదటిది సంఖ్యలకు రూపమునకు ఆధారము ఉత్పాదకోపపత్తులని, రెండవది; ప్రకృతిని గణితముద్వారా మానవులు అర్థము చేసుకొనవచ్చునని. ఎంతోక్లిష్టమైన ప్రకృతిని గణితదృక్పథం ద్వారానే చాలా సరళమైనదని భావించుటకు సాధ్యపడునని వారు ఋజువుచేసిరి. వీరిలో ముఖ్యుడు గణితశాస్త్ర ప్రఖ్యాత మేధావి పైథాగరస్.

గ్రీకులకుగాని మరెవరికైన గాని, జ్ఞామితిని వాస్తవ సంఖ్యా సమితిని అర్థము చేసుకొనవలెనన్న అవిచ్ఛిన్నతా దృక్పథమును గురించి కొంతఅయినా తెలిసియుండవలె. తత్కారణాన సంపూర్ణతకు అవధిపద్ధతి నుపయోగించుట అవసరమయింది. ఆకరణీయ సామగ్రికన్న, కరణీయమార్గములనంతముగా తెలియుటచే మెన్సురేషన్, జ్ఞామితి మొదలైనవి యుడాక్సస్ (Eudoxus) కు పూర్వము సువ్యవస్థితములు కావు. దీనిని పునఃపరిశీలన చేయడము అవసరమని నొక్కి వక్కాణించినవి, జీనో (Zeno) యొక్క నాలుగు అమూల్యమైన పారడాక్స్ లే (Paradoxes). అంతరాళాన్ని గాని,

కాలాన్నిగాని అనంతముగ విభజించుట వీలపడదని జీనో వాదించెను. జీనో పారడాక్సులు, కాలము, అంతరాళము, అనంతవాదములకు ప్రాతిపదికలే కాక జ్యామితి, మెన్సురేషన్లకు క్రీ. పూ. 5వ శతాబ్దములో నూతనపునాది అవసరమని చూపెను. తరువాత దీనినిగురించి యుడాక్సస్ తన వాస్తవ పరిమాణ అనుపాత వాదములో (Theory of Proportions) తెలిపెను. ఇది గణితాలోచనలోనే ఒక ఆపూర్వమైన పురోగమనమని పేర్కొనవచ్చును. ఒకసమకోణ త్రిభుజము యొక్క భుజాలు  $x, y, z$ , లు అయిన  $x^2 + y^2 = z^2$  అను పైథాగరస్ సిద్ధాంతము యూక్లిడియన్ అంతరాళములోని మెట్రిక్ జ్యామితికి ఆధారము. గ్రీకులు వాస్తవ సంఖ్యాసమితికి పునాది వేసిరి. సింథటిక్ జ్యామితిలోని అంతరాళ రూపమును గురించి వివరించిరి. యూక్లిడ్ రచనయగు ఎలిమెంట్స్ పూర్తయినతోడనే గ్రీకుల శాంక వేతర ప్రాథమిక జ్యామితి పరిపూర్ణత నొందెను. ఇందులో ఆశ్చర్యకరమైన విషయమేదనగా ఈ జ్యామితి అంతయు మెట్రిక్ గను, సంయోజకముగను (Synthetic) వుండటమే ఇది గణిత పద్ధతులలోనే చారిత్రాత్మకమైన ఘట్టమని పేర్కొనవచ్చు. ఆధునిక గణితాధ్యయనములో జీవనాడియైన స్వీకృతపద్ధతికి యూక్లిడ్ పరిపూర్ణత నిచ్చెను. గోళము, స్థూపము, శంకువు, గోళీయ ఖండములు, గోళాభము, పరిభ్రమణ అతిపరావృతయజము, పరిభ్రమణ పరావలయజముల మెన్సురేషన్లకు సుపూర్ణ పద్ధతులను వర్తించుటయందును, గణితశాస్త్రములోని నిశిత్యమును (Rigor) అర్థముచేసుకొనుటలోను తనకుతానే సాటియని ఆర్కిమిడియస్ ఋజువు చేసెను. సర్పిల స్పర్శరేఖను నిర్మించునపుడు ఆర్కిమిడియస్ శుద్ధగణితము (Pure Mathematics) లోని అవకలన గణిత (Differential Calculus) పద్ధతులను ఊహించెను. అనువర్తిత గణితమున ఆర్కిమిడిస్ అగ్రగణ్యుడు. గ్రీకు

సాంప్రదాయము ప్రకారమే ఆర్కిమిడియస్ యాంత్రికశాస్త్రములో తానుచేసిన పరిశోధనలను స్వీకృతాధారములుగా జేసెను. నవీన గణితమునకు ఆర్కిమిడిస్ జన్మ నిచ్చెను కాని ఈ నూతనత్వము అతనితోనే తాత్కాలికముగా అంతరించి ననూ మరల, 2000 సంవత్సరముల అనంతరము డెక్కార్టే, (Descartes), న్యూటన్లు దానికి జీవం పోసినారు. వైశ్లేషిక, బీజీయ పద్ధతులపై సింథటిక్ (Synthetic) పద్ధతుల గొప్పదనము, వాటివలన యేర్పడే సహజ జ్ఞానము యెంత ఉన్నతమైనదో న్యూటను కాలము నుండిముఖ్యముగా బ్రిటిష్ శాస్త్రజ్ఞులు నొక్కి వక్కాణించిరి. 17వ శతాబ్దములో గణితములో విశ్లేషణకే మిక్కిలి ప్రాధాన్యము నొనగిరి. దీనివల్ల గ్రీకు పద్ధతులు కేవలము చరిత్రలో పాఠ్యాంశాలుగా మాత్రమే నిలిచిపోయాయి.

రోమనులు క్రిష్టమైన రోమనుసంఖ్యా సంకేతమునే గొప్ప గణితోత్పత్తి అని భ్రమపడిరి. అంతకు మించి రోమనులు గణితశాస్త్రములో యేమీ చేయలేదు. క్రైస్తవ యూరపునందు, గణితశాస్త్రము కొనపూపిరితో మాత్రమే మనినది. గణితశాస్త్రముక ఉత్పాదక వ్యవస్థయనుట అనాటివారు మరచిరి. క్రీ. శ. 7 నుండి 12వ శతాబ్దమువరకు మహమ్మదీయుల సంస్కృతిలో అకస్మాత్ అభివృద్ధి, అకిస్మాత్ క్షీణతలు చరిత్రలోనే ఆశ్చర్యకర సంఘటనలు. 635 లో డెమాస్కస్ ఆక్రమణలో విజయమొందిన మహమ్మదీయులు 637 సంవత్సరములో జెరూసలేమును ఆక్రమించిరి. నాలుగు సంవత్సరముల అనంతరము ఈజిప్టును అణచి పర్షియాను, దాని నాగరికతా సంప్రదాయముతోసహా, గై కొనిరి. వారు యూరపులో కొన్ని శతాబ్దములవరకు నిరంతర యుద్ధముల సాగించుటయే గాదు, భారత, గ్రీకు దేశములనుండి అంక గణితమును, బీజగణితమును, గ్రీకు జ్యామితిని గ్రహించి యూరపునకు

తెచ్చిరి. ఈ కాలములో గొప్పగా చెప్పుకోతగ్గ పురోగతి యేదనగా అంక గణిత, జ్యామితులతో అనుబంధ మున్నను, వాటిపై ఆధారపడకుండా బీజగణితమునకు ఒక స్వతంత్రస్థానము ఏర్పడుట. త్రికోణమితికూడా గణితశాస్త్ర శాఖలో ఒక ప్రత్యేక విభాగముగా గుర్తింపబడెను. డియోఫాంటస్ (Diophantus) కన్న గణనలో భారతీయ బీజగణితాచార్యులు మిన్నలని అంగీకరించవలె. మన కిచ్చిన ఒక పెలియస్ సమీకరణమునకు దత్తముల సహాయముతో సమీకరణమును పూర్తిగా సాధించుట భాస్కరాచార్యుని మేధాసంపత్తి కొక ఉదాహరణ. ఇదియేకాక, భారతీయులు ప్రక్రియారూపమైన సంకేత ఉత్పత్తికి ప్రయత్నం చేసి గణితశాస్త్ర పురోగమనానికి తోడ్పడిరి. భారతీయ బీజగణితమును మహమ్మదీయులు అరబిక్, పార్శి భాషలలోకి అనువదించిరి. మహమ్మదీయులలో కవి, గణితశాస్త్ర ప్రవీణుడైన, ఉమర్ఖయామ్ కృషి తక్కిన వారి కృషికన్న మిక్కిలి గొప్పది. ఈ కృషి ఉన్నతగణిత పఠనగా కూడా పరిగణింపబడినది. ఉమర్ఖయామ్ ఘన సమీకరణాలు క్రోడీకరించి, ప్రస్తుత సంఖ్యాసమితి పరిమితిలో సంఖ్యాత్మక ఘనములకు జ్యామితి పరమైన సాధన పద్ధతిని కనుగొనెను. మహమ్మదీయులు భారతీయ త్రికోణమితిని అనుసరించి పురోగమించిరి. యూరపు దేశము గ్రీకు గణితమును మరచి నిద్రించుచున్ననూ, మహమ్మదీయ పండితులు శ్రమతో, గ్రీకు గణితమును వారెగినంతవరకు, అనువదించుచుండిరి. గణిత శాస్త్రములో నూతన సాధనలేమైనా సమకూర్చువారు మాత్రమే గణిత శాస్త్ర ప్రవీణులనుకొందే, మిక్కిలి శ్రమతో మహమ్మదీయులు గావించిన అనువాదము ఎక్కువ ఉపయోగపడినప్పటికీ, వారిని గణిత శాస్త్రపు ప్రవీణులుగా గుర్తింపలేము. ఈ కాలములో సమతల త్రికోణమితి అభివృద్ధి చెందుచున్ననూ, ఖగోళ

శాస్త్రమే విజ్ఞానశాస్త్రము అన్నింటిలోను మిన్నదిగాను, అనువర్తిత గణితశాస్త్రము (Applied Mathematics) గాను పరిగణింపబడుచుండెను.

13వ శతాబ్దమునుండి 16వ శతాబ్దమువరకు పురాతన గణితము క్రమముగ వృద్ధిచెంది ఆధునిక గణితముగ రూపొందినది. 16వ శతాబ్దపు విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులందరిలోను గణితశాస్త్ర ప్రవీణుడయిన గెలిలియో మిక్కిలి ప్రసిద్ధిగాంచిన వాడని పేర్కొనవచ్చును. గెలిలియో (1564-1642) పురాతన గణితము, నవీన గణితమునకు మార్పుచెందు కాలములోనే జీవించియుండెను. నవీన విజ్ఞానశాస్త్రమును కనుగొన్నవాడని పేరొందిన విశ్వప్రఖ్యాతిగాంచిన గెలిలియో శుద్ధగణిత శాస్త్రమును, అనువర్తిత గణితశాస్త్రము (Pure and Applied mathematics) ను మెరుగుపరచెను. కాని ఈ నాలుగు శతాబ్దములలోను జ్యామితి మార్పు ఎట్టిదియు లేకఉండెను. గ్రీకు పద్ధతులన్నీ మాసిపోయి, బీజ గణితము, అంక గణితము త్రికోణమితి శాఖలలో మాత్రమే గణిత శాస్త్రము పురోగమించెను. క్రీ. శ. 1220 సంవత్సరము ప్రాంతములో గణితశాస్త్ర పురోగమనములో చెప్పుకోతగ్గది ఫిబనాకీ (Fibonacci) రూపొందించిన ప్రాక్ బీజగణితము మాత్రమే.

గణితశాస్త్రములో ఫిబనాకీ యొక్క విశిష్టత రెండు ముఖ్యకారణాలపల్లనని నిస్సందేహముగా చెప్పవచ్చును. మొదటి కారణ మేమనగా బీజగణితములో సంఖ్యను సూచించుటకు ఒకే ఒక ఆక్షరము లేక సంకేతమును ఉపయోగించుట - అది కేవలము అనుసరణ (Syncopation), సంఖ్యాత్మక గణనలకే ప్రాముఖ్యము ఉన్న బీజగణితము నుండి దృష్టిని బీజగణిత సార్వత్రికత వైపునకు మరల్చుటకు మొట్టమొదట వేసిన అడుగు అని స్పష్టముగా చెప్పవచ్చు. రెండవదేమనగా

$x^3 + 2x^2 + 10x = 20$ ను బీజగణిత పద్ధతులద్వారా సాధించలేనపుడు, జ్యామితీద్వారా సంఖ్యాత్మక ఉజ్జాయింపుద్వారా కనుక్కోవడము. ఈ మార్పు కాలములో బీజగణిత ముఖ్యకర్తవ్యము సమీకరణములను సాధించడంగానే ఉండేది. వర్గసమీకరణాలను మామూలు సంఖ్యాసమీతుల పరిమితిలోనే సాధించిన విదప, ఒక అజ్ఞాతరాశిలో చతుర్థిక పరిమాణ సమీకరణాలనుకూడా ఆదేవిధముగా సాధించుటముఖ్యసమస్యగా ఉండేది. డయోఫేంటస్, ప్రక్రియలును హిందువుల బీజగణిత సాంప్రదాయాలును ఘనచతుర్థ సమీకరణాలను సాధించిన విదప అదిఅంతమున్నదని ఖచ్చితముగా చెప్పవచ్చును. ఈ విధమైన సమీకరణ సాధన వారి గణనకౌశలమును వ్యక్తపరుస్తుంది. కాని ఆధునిక గణితశాస్త్రము ఈ విధమైన గణన కౌశలానికన్న దాని సాధనలో ఉపయోగించే ముఖ్యసూత్రముల సార్వత్రిక భావాన్ని తెలియ గోరుతుంది. నవీన గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు, ప్రత్యేక సమస్య సాధనను ఉపకల్పనలనుండి రూపొందిన భావన, సార్వత్రిక, అనువర్తిత పద్ధతులలో సమ్మేళనమైన, సార్వత్రిక వాదనకు ప్రత్యేక సందర్భము మాత్రమే అని ఋజువుచేయ కలుగుచున్నాడు. గణితశాస్త్ర పురోగమనానికి ద్వితీయ గుణకముల చిన్నపట్టిక, పాస్కల్ అంకగణిత త్రిభుజమును ఊహించుట, బీజీయ సంకేతము మున్నగువాటిలో వచ్చిన మెరుగులు మొదలగు అనేక చిన్నచిన్న సాధనలు కొద్దిగా తోడ్పడినవి. దీనివిదప గణితశాస్త్రము మొట్టమొదటిసారిగా బీజీయ, త్రికోణమితియ పద్ధతులలో సార్వత్రికతవైపు పురోగమించింది ప్రత్యేక సందర్భములనుండి గణిత దృక్పథం సార్వత్రికతా భావమునకు మరలుట, ఫ్రెంచి గణిత శాస్త్రజ్ఞుడయిన వైటా (Vieta 1540-1603) పరిశోధనలలో మొదట గుర్తించవచ్చు. అతడు వర్గ, ఘన, ద్వీవర్గ, సమీకరణాలపై సలిపిన కృషి

వల్ల అత్యవసరమైన కీలకముల గురించి వ్యక్తమయింది. ఈ పరిశోధనలలో మొదటిసారిగా ప్రయోగింపబడిన ఏకఘాత రూపాంతరణ వాదమే తదుపరి బీజగణితములోని నిశ్చరతభావనమొదలగు యితర ఉన్నత సాధనములకు నాంది అయినది. వైటా సలిపిన కృషిలో సంఖ్యాసమీతికి ఏర్పడిన మండనము, గమనార్హము. వైటా పూర్వికులు సంఖ్యలను అక్షరములద్వారా గుర్తించుచుండిరి. కాని ఈరథ దుత్త సంఖ్యలకు, అజ్ఞాత సంఖ్యలకు కూడా అక్షరములద్వారా సంకేతము నొసగే పద్ధతిని ప్రవేశపెట్టెను. దీనినిబట్టి అతడు అంకగణితముకన్న బీజగణితము అరూపమైన ఉన్నత ఫలకములో వున్నదని గ్రహించెనని తెలియుచున్నది. క్రీ. శ. 1600 నాటికి గణిత శాస్త్ర పురోగమనమునకు సరళమైన త్రోవ యేర్పడినది. వైటా విదప, అత్యద్భుతమైన మేధాసంపత్తిగల గణితశాస్త్రజ్ఞులనేకులు వైటాచూపిన బీజీయ భావమును ప్రక్రియలను ఉపయోగించుచూ గణిత శాస్త్రములో తమతమ శాఖలలో పురోగమనానికి కారకులైరి. కాని 18వ శతాబ్దములో లెగ్రాంజీ (Lagrange 1736-1813) వరకు వైటా అంతటి గణితశాస్త్ర ప్రజ్ఞావంతుని మరొకరిని పేర్కొనలేము. లెగ్రాంజీ ఇంకను చాల ముందునకు వెళ్ళగలిగెను. గ్రీకు బీజగణితమును రెటారికల్ (Rhetorical), అనుసరణీయ (Syncopated), సాంకేతికదశలుగా విభజించవచ్చును. మోఖిక దశలో బీజ గణిత సమస్యల ప్రవచనములు సాధనములు కూడా పూర్తిగా నోటిమాటలుగానే ఉండినవి. ఈ దశలో తరచుగా అగుపించే భావనలను, ప్రక్రియలను సంక్షిప్తపరచుట మాత్రమే అనుసరణీయ దశలో చేసినవారు. సాంకేతిక దశలో బీజగణిత భావనా పరిక్రియలు పూర్తిగా, సాంకేతికములుగా, తయారయ్యెను. నోటిమాటలను, బీజగణిత పద్ధతులను తార్కిక వాదములను, పూర్తిగా సంకేతములద్వారా

సంక్షిప్తముగా చేసిరి. అనేక శతాబ్దముల అనుభవము గడించినపిదప యాంత్రిక పద్ధతులను క్రోడీకరించి వాటిని అత్యల్ప ఆలోచనద్వారా సాధించవచ్చునని దృఢీకరించిరి. సాంకేతికవాదము సార్వత్రికతా యోగ్యమైన సంయోగమునకు దోహదకారి అయ్యెను. 1637 నుండి 1687 వరకు గల కాలము ఆధునిక గణిత శకమునకు తలమానికమనిగుర్తించబడెను. 1637 లో డేకార్టే “జ్యామితి” రచించెను. 1687 లో న్యూటన్ ప్రిన్సిపియా రచించెను. 17వ శతాబ్దములో గణితశాస్త్ర పురోగమనమునకు ఐదు ముఖ్యసాధనలు కారణములు. అవి: 1. ఫర్మా, డే కార్టేల కైన్లేషిక రేఖాగణితము (1629, 1637); 2. న్యూటన్ యొక్క అవకలన, సమాకలన గణితము (1686, 1684); 3. లైబ్నిట్స్ యొక్క సంయోగాత్మక విశ్లేషణ (1654)-అందులో ముఖ్యముగా ఫర్మా, పాస్కల్ యొక్క సంభావ్యతా వాదము; 4. ఫర్మా యొక్క ఉన్నత అంకగణితము (1630-65); 5. గెలిలియో, న్యూటన్ ల గతిశాస్త్రము (1591-1612, 1686-1684), న్యూటన్ యొక్క సార్వత్రిక గురుత్వాకర్షణ. ఈ అయిదింటితో బాటు ఆధునిక గణిత పురోగమనానికి దోహదకారులుగా మరి రెండింటినికూడా పేర్కొనవచ్చును. అవి: డేకార్టే పాస్కల్ విశేషరేఖాగణితము, లైబ్నిట్స్ సాంకేతిక తర్కము. ఆధునిక గణిత పురోగమనములో, అవిచ్ఛిన్న, విచ్ఛిన్న శాఖలు రెండూ ఒకేమారు ముందంజవేయడము మిక్కిలి ఆశ్చర్యకర సంఘటన. గణితాధ్యయనములో ఉద్భవించిన నూతన శాఖలలో ముఖ్యమైనది కలన గణితము. ఎందుకనగా వియక్త, విలక్షణ బిందువులవద్ద మాత్రమే అవిచ్ఛిన్నము కాని ప్రమేయముల విశ్లేషణమే, రేఖాగణితమును, నిరూపక జ్యామితిగా రూపొందించుటకు తోడ్పడినది. దీని వల్ల అనేక వక్రములు, తలములనుండి కలనగణిత పద్ధతుల ననుసరించిన సమీకరణాలనుండి సహజ

(4)

జ్ఞాన ప్రేరేపితము కాని కొన్ని పార్శ్వక ఇన్ ఫ్లెక్షన్ బిందువులనే విశేష బిందువులను రేఖాగణిత శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొని పరిశోధించిరి. గణిత విజ్ఞానశాస్త్రాలలో అవిచ్ఛిన్నత, దాని స్వభావముగురించి తెలుసుకొనుటకు న్యూటన్, లైబ్నిట్స్ ల కలనగణితము ఉపయోగపడెను. గతిశాస్త్రములో కానీ, ఉష్ణవిద్యుత్ ప్రవాహములలో కానీ అవిచ్ఛిన్నమైన మార్పులను గురించి కలన గణితము ద్వారా పరిశీలించవచ్చునని తెలిసినది. ప్రాథమిక నిబంధనలుండునపుడును, లేకుండునపుడును అవకలన సమీకరణాలను తృప్తిపరచుటకు నూతన ప్రమేయములను రూపొందించవలసి వచ్చిన విధమున శుద్ధ గణితములో ఒక శాఖయైన కలనగణితము ఒక్కమారుగా మనము ఊహించని అనేక ప్రదేశములలో క్రొత్త క్రొత్త విశేషములను కనుగొని, వాటిని క్రమబద్ధము చేయుటకు దోహదకారి అయ్యెను.

అవిచ్ఛిన్నతలో విచ్ఛిన్న శాఖలు ద్వితీయస్థానమును మాత్రమే అలంకరించినవి. ప్రథమముగా మనకిచ్చిన విచ్ఛిన్న వస్తువుల తరగతి, దానియొక్క ఉపతరగతుల మధ్య సంబంధాలను గురించి అవగాహన చేసుకోవడానికి సంయోగాత్మక విశ్లేషణ సహాయపడెను. ఉదాహరణకు గణనసాధ్య తరగతిలోని మూలకముల ప్రస్తారము, సంయోగముల మధ్య అంతర బంధములను యేర్పరచెను. నవీన సంయోగాత్మక విశ్లేషణలో కచ్చితమైన గణనానికి వీలుపడని సూత్రములకు ఉజ్జాయింపులను తెలుసుకొనుటకు కలనగణితము తోడ్పడెను. అంకగణితములో అనేక సంవత్సరములుగా అటంకముగా ఉన్న అకరణీయ సంఖ్యా తరగతిలోని ఉపతరగతుల మధ్య అంతర బంధములు, ఫర్మా సృష్టించిన ఉన్నత అంకగణిత విచ్ఛిన్న శాఖలో సాధింపబడెను. ఈ సాధన గణిత శాస్త్ర పురోగమనములో మరొక గొప్ప ఘట్టము.

ఈ ఉన్నత అంకగణితములోని నవీన ఉన్నత బీజగణితము, గణిత విశ్లేషణములలో ముఖ్యముగా అకరణీయ సంఖ్యల దృష్ట్యా - సమస్యలను సాధించడములో నూతన పద్ధతులను కనుగొనుటకు ఒక విధముగా తోడ్పడెను. దే కార్డే, అతని అనుయాయులు రూపొందించిన నిరూపక పద్ధతుల పోటీ తట్టుకోలేకుండా గ్రీకులు సాధించిన సంశ్లేషణ జ్యామితి (Synthetic-Geometry) ని, బ్రతికించుటకు ఎంతకృషిని సాగించినను అది నిలబడలేక వెనుకబడెను. దీనినిబట్టి ఆర్కిమిడిస్, యుక్లిడ్, అపోలోనియస్ శకానంతరం దే కార్డే, న్యూటన్, ఫర్మ, లైబ్నిట్జ్ల శకము గణిత శాస్త్రములో రెండవ గొప్ప శకము. మొదటి శకమునకు ప్రాణము సంశ్లేషణము; రెండవ శకమునకు విశ్లేషణము ప్రాణము. సమతల వక్రమునకు  $x, y$  అను రెండు చలన రాశులలో సమీకరణాలకు అన్యేకానురూపత-అనగా-ప్రతి సమతల వక్రమునకు కచ్చితముగా  $f(x, y) = 0$  అనే రూపములో సమీకరణము ఉంటుంది.  $f(x, y) = 0$  అనే ప్రతి సమీకరణానికి ఒక ఖచ్చితమైన వక్రముంటుంది. - ఇది దే కార్డే సాధనలో ముఖ్యమైనది. ఇదియే గాక  $f(x, y) = 0$  సమీకరణానికి వైశ్లేషిక గుణములు, బీజీయ గుణములు, రేఖా గణితములోని గుణములకు అనురూపములని కూడా తెలియవచ్చెను. అందువలననే రేఖాగణితము బీజ, విశ్లేషణ గణితములలో కూర్చబడెను. దీనికి విపర్యయముగా విశ్లేషగణితమును, రేఖా గణితభాషలోనికి మార్చుటకుపీలయ్యెను. ఇదియే ముఖ్యముగా గణిత విశ్లేషణ, గణితీయ భౌతిక శాస్త్రముల పురోగమనమునకు తోడ్పడెను. న్యూటన్ తన శక్తివంతమైన కృషి సాధనచే గణితశాస్త్రమునకును తదితర నిర్దిష్టవిజ్ఞాన శాస్త్రము(Exact Sciences)లకును, జీవముపోసెను. ఖగోళగణితశాస్త్రము ఏర్పడకమునుపు అనేకసంవత్సరములుగా రూపొందిన ఖగోళ శాస్త్రమునకు, తనచే

రూపొందించబడిన గురుత్వాకర్షణ శక్తికి సంబంధించిన కలన గణితముద్వారా, అద్భుతమైన స్వరూపమును న్యూటన్ ఏర్పరచెను. అవకలనసమీకరణములలో న్యూటన్ విలోమ స్పర్శరేఖ పద్ధతిని, భౌతిక శాస్త్రమునకు అనువర్తించినపుడు ఊహించుటకు కూడాపీలులేని నూతనశాఖలు రూపొందెను. గెలీలియో ప్రయోగ పద్ధతులకు న్యూటన్, లైబ్నిట్జ్ల కలన గణితమును అనువర్తించిన పిదప ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రము, అనువర్తనములు ఏర్పడెను. ఖగోళ యాంత్రిక శాస్త్రములను, గెలీలియో ప్రయోగ పద్ధతులు న్యూటన్ లైబ్నిట్జ్ల కలన గణితము లేకుండా ఊహింపజాలము. న్యూటన్ రూపొందించిన గురుత్వాకర్షణ శక్తి వాదమునుండే ఆధునిక అనువర్తిత గణిత శాస్త్రము ఉదయించెను.

నాలుగు శతాబ్దాలుగా జరిగిన సార్వత్రికరణ సంఖ్యా నికాయముయొక్క విశ్లేషణ, బీజగణితము, గణితీయ భౌతికశాస్త్రము 20వ శతాబ్దపు ఉన్నత అంకగణితాన్ని ఉత్పత్తిచేసినవి. ఈ పురోగమన కాలములో మూడు గొప్ప సాధనలు లభించినవి. అవి సంకీర్ణ సంఖ్యా విశ్లేషణ, బీజగణితము (బీజీయసంఖ్యా ఉపతరగతులు, బీజరేఖాగణితములలోని మైసర్ కాంప్లెక్సు సంఖ్యానికాయము), మన మిపుడు చదివే ఆధునిక వాస్తవ సంకీర్ణ చలరాసుల ప్రమేయాలలో అగుపించే వాస్తవసంఖ్యా విచ్ఛిన్నత.

గౌస్ (Gouse) 1801 లో సంఖ్యల అనంత తరగతి, పరిమిత ఉపతరగతిపై ప్రతి సర్జనను సమశేషకత (Congruence) ద్వారా వ్యక్తము చేసినపుడు ఈ తుల్య సంబంధముద్వారా ఆధునిక ఉన్నత అరూప అంకగణితము, అరూప బీజగణితము మొదలయ్యెను. పూర్వ పరిశోధనలలో సమరూపతా ప్రతిసర్జన పద్ధతులు అంతర్లీనమై యున్నను 20 వ శతాబ్దము వరకు, ప్రత్యేకముగ

ప్రాముఖ్యము ఏదియు లేదు. కానీ 20 వ శతాబ్దములో అరూప బీజగణితము సంస్థిత, తదితర శాస్త్రములకు మూలాధారము అయ్యెను. 1830 లో బ్రిటిష్ బీజగణితాచార్యులు ప్రాథమిక బీజ గణితము యొక్క అరూపతా భావమును, తదితర గుణములను గుర్తించిరి. దీనిని అనుసరిస్తూ 1840 లో హెమిల్టన్ (Hamilton) యొక్క క్వాంటర్నియన్లు (Quaternions), గణితీయ భౌతికశాస్త్రములో విపులీకరించిన తదితర సార్వత్రిక బీజగణితాలు ఉద్భవించెను. 1870లోకాంటర్, డెడికిన్డ్, మీరే, వైస్ట్రాస్ - అనువారు వాస్తవ సంఖ్యానియమముపై ప్రత్యేకించి కృషి చేయుటను మొదలిడిరి. దీనిఫలితమే 19వ శతాబ్దములో విశ్లేషణాత్మక అంకగణితీకరణమునకు, ఆధునిక విమర్శనాత్మక పరిశీలనలకు నాంది. 1897లో అనంతము యొక్క ఆధునిక పారడాక్సులను మొదటిసారిగా కనుగొనిరి. దానిపిదప గణితీయ, తార్కిక, పురోగమనానికి విభిన్న గణితశాఖలలో దాని ప్రతిచర్యలకు - ముఖ్యముగా సంఖ్యావాదములో అభిఘాతమునకు-ఇది ముఖ్యకారణము అయింది. సంఖ్య యొక్క స్వభావమునకు చెందినవి, వాస్తవసంఖ్యల అవిచ్ఛిన్నతలలో సాధించుటకు వీలుపడనివి అగు సమస్యలు నేటివరకు కూడా ఉన్నవి. కాని ఈ సమస్యలు శుద్ధఅనువర్తిత గణితశాస్త్రపురోగమనాన్ని ఆటంకపరచలేదు. ఆశ్చర్యమేమనగా పురోగతిని నిరోధించుటకుబదులుగా, ఈ సమస్యలను సాధించుటకై గణితాచార్యులు సలిపిన విశేషమైన కృషి, పట్టుదల శుద్ధగణితములో మరికొన్ని శాఖల పురోగమనానికి దారితీసెను. అనువర్తిత శాస్త్రములో వైజ్ఞానిక సాధనలు, ప్రయోగశాలలో సరిచూచుట వల్ల, ఈ శాస్త్రములోని మిక్కిలి తీవ్ర సందేహాలు కూడా అప్రస్థుతములయ్యెను. 1900 దాదిన తరువాత అరూపత, సార్వత్రికతలకు ప్రాధాన్యము పెరుగసాగెను. ఈ పెరుగుదల నేటికిని కొనసాగు

చూసే యున్నది. సాధారణీకరణమునకు, సార్వత్రికా పద్ధతులకు, ఇమిడియున్న వాదాలకు (Inclusive Theories) రూపొనగుటకు అరూపతా భావము దోహదకారి అయ్యెను. పైథాగరస్మహిమా చరిత్రలోని స్వర్ణయుగము 19వ శతాబ్దపు ద్వితీయార్థమంతాకూడా విస్తరించింది. దానిపిదప ఆధునిక విమర్శనాత్మక దృక్పథము సహజసంఖ్యాధారముతో గణితీయ తార్కిక శాస్త్రాభివృద్ధికి తోడ్పడెను. బీజగణితము, అంకగణితముకన్న తదితర శాఖలకన్న ఎక్కువ వాఙ్మయము కలిగి, గణిత శాస్త్రమున తక్కిన శాఖలకన్న ఆసక్తికలిగించే అపూర్వమైన శాస్త్రము జ్యామితి. ఇందులో కూడా 1800లో ప్రత్యేక సిద్ధాంతములనుండి సార్వత్రిక రూప మొనగుటకు ప్రయత్నించుట, ప్రత్యేకతనుండి సాధారణీకరణము చేయుట మిక్కిలి గమనార్హము. క్రెమోనా (Cremona) పద్ధతులు సాధారణీకరణమువలన వాటి నిశితత్వమును, ఆసక్తి పోషకత్వమును కోల్పోలేదు. అటు పిమ్మటకూడా గణితశాస్త్రములో కొనసాగుతున్న పరిశోధనలు గణన సాధనకన్న ఆలోచనా పూరితములయిన పద్ధతులను ప్రోత్సహించెను. రేఖాగణిత భావన యంతయు కాలగతితో మార్పుచెందెను. మారిన ఈ రేఖాగణిత భావనవల్లను యూక్లిడ్ పద్ధతులవలనను, యూక్లిడ్ తర జ్యామితులు సృష్టించబడి ఆధునిక శకములోని అరూపత లేక స్వీకృత పద్ధతులకు ధారితీసినవి. ఆయేలర్ (Euler), మార్గే, గౌస్ మొదలుగ రీమాన్, తదనుయాయులు, సాధించిన అవకలన జ్యామితి ఏర్పడినది. ఈ అవకలన జ్యామితి 20వ శతాబ్దములోని కాస్మాలజీ (Cosmology) కి భౌతికశాస్త్రములలోని ప్రాముఖ్యమునకు, ప్రాధాన్యమునకు కారకమయినది. విశేష జ్యామితిలోని ద్వైత సూత్రము, ప్లీకర్ (J. Plecker) గావించిన పరిశోధనలలో అంతిమ విపులీకరణ, ప్రజ్ఞావంతులైన రేఖాగణితచార్యులొకరు పేర్కొన్న అంత



రాశ పరిమాణము, కేలే (Cayley) మానిక జ్యామితి (Metric Geometry)ని విశ్లేష జ్యామితికి లభింపజేయుట - ముఖ్యముగా క్రెమోనా సాధించిన కృషితో వాటి సంబంధము-ద్వితీయ ఆకరణీయ పరివర్తన, ఎబిలియన్ ప్రమేయముల విశ్లేషణ, క్రైస్ట్ వివిధ జ్యామితులను ఒక్కొక్కటిగా చేయుటకు రూపొందించిన కార్యక్రమము, చివరిగా 20వ శతాబ్దములో నూతన గణితాలోచనలో రూపొందించిన అరూప అంతరాళాలు ఇవి అన్నియు క్రమానుగతిలో రూపొందినవి. సంస్థితి శాస్త్రోద్ధరణకు గణితశాస్త్ర పురోగమనానికి ఇవి తోడ్పడినవి. బీజగణిత రేఖా గణితముల కన్న గణిత విశ్లేషణమే గణితశాస్త్ర పురోగమనానికి మిక్కిలి దోహదకారియని వెల్లడి యగుచున్నది. న్యూటన్ మరణానంతరమునుండి 20వ శతాబ్దము వరకు విజ్ఞానశాస్త్రము గణితశాస్త్ర పరిశోధనలను ప్రోత్సహించుచునే యుండెను. విజ్ఞాన శాస్త్ర మొసగిన ప్రోత్సాహము వలననే అవకలన, సమీకరణముయొక్క విశాలమైన ప్రదేశము, స్థితిజ వాదము (Potential Theory), తదితర శాఖలలో అనేక ప్రత్యేక ప్రమేయముల విశ్లేషణ, చలనీయ కలనము (Calculus of Variations),

సంకీర్ణ చలరాశుల ప్రమేయవాదము (Theory of Function of Complex Variables), సమాకలన సమీకరణాలు (Integral Equations), ప్రమేయ విశ్లేషణము (Functional Analysis), సాంఖ్యిక విశ్లేషణ (Statistical Analysis), అవకలన జ్యామితి (Differential Geometry) విశేషముగా అభివృద్ధి చెందినవి.

ఇప్పుడు గణితశాస్త్ర పురోగమనమును పునః పరిశీలన చేసిన, గణితశాస్త్రము నాగరికతకు రెండు విధాల తోడ్పడెనని తెలియుచున్నది. అవి : సాంకేతిక గణితశాస్త్రములో పురోగమించిన ఉత్పాదక వాదము (Deductive Theory); ప్రకృతిని గణితరీతిలో అర్థము చేసుకొనుట. గణితశాస్త్రము లోనే ఉత్పాదకవాదము మొదటిసారిగా జనియించెను; గణితశాస్త్రముద్వారానే అది వ్యాపించి పురోగమించెను. తదితర శాస్త్రములకన్న గణితశాస్త్రము విభిన్నమైనది. ఆలోచనాపూరిత, ఆలోచనాప్రేరిత, విజ్ఞానశాస్త్ర సమస్యల అవగాహనకును, సాధనకును గణితీయ పద్ధతులకన్న సమర్థములు ప్రతిభావంతములగు పద్ధతులేవీ యంతవరకు సృష్టింపబడలేదు.

— డా॥ వంగీపురం శ్రీనివాసన్.

### 13. గణిత శాస్త్రంలో గొప్ప పరిణామాలకు దారితీసిన- బాల విద్యార్థుల కర్థవ్యయ్యే - కొన్ని సమస్యలు

ఈ వ్యాసంలో మనం చర్చించబోయే సమస్యలు పాఠశాల బాలరకు కూడా అర్థమయ్యేటట్లు వంటివే; కాని వీటి పరిష్కారాలు, కొన్ని శతాబ్దాలు, మానవుని మేధాశక్తికి అతీతంగా ఉంటూ వచ్చాయి. వీటిని సాధించడానికి క్రొత్త సిద్ధాంతాలను రూపొందించవలసి కూడా వచ్చింది.

మొట్టమొదట జ్యామితీయ సమస్యలు మూడింటిని ఆరంభిద్దాం. ఈ మూడు సమస్యలు జ్యామితీయ నిర్మాణాలకు (Constructions) సంబంధించినవి. యూక్లిడియన్ పరికరాలు (Euclidean Implements) అనబడే రూళ్ళకర్ర (Straight Edge), వృత్త నిర్మాణి (కాంపస్ - Compass) లను ప్రయోగించి

నిర్దేశించిన కొన్ని నిర్మాణాలు చేయగలమా లేదా అని నిరూపించడమే ఈ సమస్యల ధ్యేయము. క్లుప్తంగా వీటిని,

1. కోణాన్ని సమత్రిభుండన చేయడం.
2. ఘనాన్ని రెండింతలు చేయడం,
- 3 వృత్తాన్ని చతురస్రము చేయడం.

అని వ్యవహరించడం పరిపాటయింది. ఈ మూడింటిని సుమారు 2 వేల సంవత్సరాలకు పూర్వమే గ్రీకులు సాధించడానికి ప్రయత్నించారు. ఒక్కొక్కటిగా వీటిని వివరిద్దాం.

చిన్న తరగతులలోనే మనం ఏదైనా ఒక కోణాన్ని రూళ్లకర్ర, కాంపస్ ల నుపయోగించి రెండు సమభాగాలుగా చేయవచ్చునని నేర్చుకొన్నాము. అలాగే, అంటే యూక్లిడియన్ పరికరాలతోనే, ఏదైనా ఒక కోణాన్ని మూడు సమభాగాలుగా చేయగలమా అనే ప్రశ్న గ్రీకులడిగిన మొదటి ప్రశ్న. కోణాన్ని మూడు సమభాగాలు చేయడానికి యూక్లిడియన్ పరికరాలు సరిపోవని ఈనాడు మనకు తెలుసు. గేల్వా (Galois) అనే ఫ్రెంచి గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు సుమారు 100 సంవత్సరాల క్రితం కనుక్కొన్న గేల్వా వాదం (Galois Theory) మూలంగా మనకీ సత్యం తెలిసింది. గేల్వా తన వాదాన్ని కనుక్కోనేటప్పు డతని వయస్సు 21 సంవత్సరాలు మాత్రమే. అతడు తన విరోధితో కత్తి యుద్ధము చేసే ముందురోజు రాత్రి తన వాదాన్ని వ్రాసి మిత్రున కొకనికిచ్చి నాడట. కత్తి యుద్ధంలో గేల్వా చనిపోయాడు. కొన్నిసంవత్సరాల తర్వాత ఆ మిత్రుడు గేల్వా వాదాన్ని ప్రచురించాడు. గేల్వా వాదాన్ని ఉపయోగించి నిరూపించగల సిద్ధాంతాన్ని ఈ క్రింది విధంగా నిర్వచించవచ్చు:  $a, b, \dots$  కొలతలుగల కొన్ని రేఖాఖండాలు (Line Segments) ఉన్నా

యనుకొందాము. యూక్లిడియన్ పరికరాల నుపయోగించి నిర్మించగల  $x$  కొలతగల రేఖాఖండమైన పైనిచ్చిన కొలతలనుండి కరణీయ పరిక్రియల (Rational operations) ద్వారా వచ్చినదైనా, వర్గమూలాల (Square roots) ద్వారా వచ్చినదైనా అయివుంటుంది. అంటే, ఉదాహరణకు  $a + b, a - b, a \cdot b, \frac{a}{b}$  ( $b \neq 0$ ),

$\sqrt{a}, b + \sqrt{a}, \sqrt{b + \sqrt{a}}, \dots$  మున్నగు కొలతలుగల రేఖాఖండాలు మాత్రమే నిర్మించగల మన్నమాట. కోణాన్ని మూడు సమభాగాలు చేయగలగాలంటే  $a$  అను కొలతకు సంబంధించిన  $4x^3 - 3x = a$  అనే సమీకరణాన్ని తృప్తిపరచే  $x$  ను నిర్మించగలగాలి; అంటే మూడవ మూలాన్ని (Cube root) నిర్మించవలెనన్నమాట. కేవలం యూక్లిడియన్ పరికరాలతోనే ఇది సాధ్యంకాదని గేల్వావాదం చెబుతోంది. ఈ సత్యం ఎందుచేతనో చాలామందికి తెలిసినట్టులేదు. అప్పుడప్పుడు కొంతమంది కోణాన్ని త్రివర్ణచేదం చేశామని, నిర్మాణాన్ని, ఉపపత్తులను గణితాచార్యులకు పంపడం జరుగుతూ ఉంటుంది. ఇటువంటి నిర్మాణాలను పరిశీలించిచూస్తే కొన్నిరకాల సాధారణమైన తప్పులు కనబడుతూ ఉంటాయి: ఒకటి ఈ పరిష్కారాలు ఉజ్జాయింపు పరిష్కారాలు ఉండవచ్చు. అంటే ప్రతి ఉపకోణం ఇచ్చిన కోణంలో రమారమి మూడో వంతయి ఉంటుందన్నమాట. కాని ఇటువంటి పరిష్కారము మనకు సరిపోదు. రెండోరకం తప్పు ఏలాంటిదంటే, యాదృచ్ఛికమైన కోణాన్ని మూడు సమభాగాలు చేసే నిర్మాణం కాకుండా, ఏదో ఒక ప్రత్యేకమైన కోణాన్ని, ఉదాహరణకు  $90^\circ$  నో,  $60^\circ$  నో మూడు సమభాగాలుగా చేసే నిర్మాణమై ఉండవచ్చు. మూడోరకం తప్పు, ఈ సమస్య నిబంధనలకు అతిక్రమించడమై ఉండవచ్చు. అంటే, యూక్లిడియన్ పరికరాలు కాక

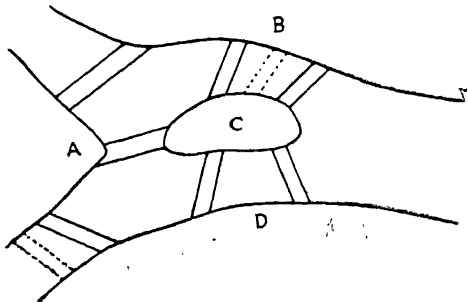
వేరే రకం పరికరాల నుపయోగించిన నిర్మాణమై ఉండవచ్చు. ఈ మూడు రకాల తప్పలే కాక, ఉప వత్తిలోనే తప్పులున్నట్టువంటి నిర్మాణాలుకూడా అప్పుడప్పుడు కనబడుతుంటాయి.

తర్వాత ఘనాన్ని రెండింతలు చేసే సమస్యను గురించి ఆలోచిద్దాం. ఏదైనా ఒక ఘనం ఉందనుకొందాం. దాని భుజము ఒక యూనిట్ (Unit) అనుకొంటే, దాని ఘనపరిమాణము ఒక ఘనపు యూనిట్ (Cubic Unit) అవుతుంది. దీనికి రెండింతలు 2 ఘనపు యూనిట్లు. ఈ రెండు ఘనపు యూనిట్లు ఘన పరిమాణం కలిగి ఉండే ఘనం యొక్క భుజాన్ని, రూళ్లకట్ట, కాంపస్ లతో నిర్మించగలమా, లేదా, అనేదే ఈ సమస్య. అంటే ఈ ఘనం యొక్క భుజం  $x$  యూనిట్లు అయితే  $x^3 = 2$  అనే సమీకరణాన్ని తృప్తిపరచే  $x$  ను నిర్మించగలమా అని ప్రశ్న. నిర్మించలేమని ముందు చెప్పిన సమస్య పరిష్కారంలోనేలేటత్తెల్లమయినది కదా! ఈ సమస్యనుగూర్చి ఒక కథ చెప్పతూ ఉంటారు. గ్రీసు దేశంలో ఒకానొకప్పుడు తీవ్ర మయిన అంటువ్యాధి వ్యాపించిందట. అప్పుడు డెల్ఫిక్ ఆరెకెల్ (Delphic oracle) అనే ఆశరీర వాణిని కనుక్కొంటే అపోలో (Apollo) దేవునకై నిర్మింపబడిన యజ్ఞ వేదిక (Altar) ఘన పరిమాణాన్ని రెండింతలు చేసినట్లయితే, అంటువ్యాధి పోతుందని పలికిందట. ఈ పనిని చేయదలచిన పనివాళ్లు ప్రతి భుజాన్ని రెండింతలు చేసినారట. ఘన పరిమాణం 8 రెట్లు అయిందని వాపోయారట. తుదకు ఎలాగో తప్పుచేస్తూ సరిదిద్దుకొంటూ (By trial and error) కష్టపడి రెండింతలు ఘన పరిమాణంగల యజ్ఞవేదికను తయారుచేసి అప్పొల్లోను సంతృప్తిపరచినారట. కాని రూళ్లకట్ట, కాంపస్ లతో  $\sqrt[3]{2}$  నిర్మించగలమా, లేదా, అనే సమస్య అట్లాగే మిగిలిపోయింది. గేల్వావాదంద్వారా ఈ నిర్మాణం వీలుకాదని తెలిసింది.

వృత్తాన్ని చతురస్రం చేయడమనే గ్రీకుల మూడో సమస్యను ఈ క్రింది విధంగా చెప్పవచ్చు, ఏదైనా ఒక వృత్తం ఉందనుకొందాము. అది కొంత వైశాల్యాన్ని ఆవరిస్తుంది కదా! అంతే వైశాల్యాన్ని ఆవరిస్తూ వున్న చతురస్రాన్ని రూలరు, కాంపస్ లతో నిర్మించగలమా? వృత్తపు వ్యాసార్థం ఒక యూనిట్ అనుకొంటే అది ఆవరించే వైశాల్యం  $\pi$  చదరపు యూనిట్లు. మనకు కావలసిన చతురస్రపు భుజం  $x$  యూనిట్లయితే, ఈ చతురస్రము ఆవరించే వైశాల్యము  $x^2$  చదరపు యూనిట్లు. అంటే  $x^2 = \pi$  అనే సమీకరణాన్ని తృప్తిపరచే  $x$  ను రూలరు, కాంపస్ లతో నిర్మించగలమా? ఇంతకీ  $\pi$  యొక్క వర్గమూలాన్ని సాధించాలన్నమాట. ఈ సమస్య వై రెండు సమస్యలకన్న భిన్నమైనది. ఇందులో సాధించవలసిన సమీకరణపు తరగతి (Degree) మాత్రము రెండే. మునుపు చెప్పిన సమస్యలలో మూడవతరగతి సమీకరణాలను సాధించవలసివచ్చింది. గణితశాస్త్రంలో ఎక్కువ ప్రవేశము లేనివారనుకొన్నట్లు,  $\pi$  విలువ  $\frac{22}{7}$  అయితే, ఈ సమస్య ఏమంత కష్టమయింది కాదు. కాని 1882 లో లిండేమన్ (Lindeman) అనే జర్మన్ గణితశాస్త్రజ్ఞుడు నిరూపించినట్లు  $\pi$  కరణీయ సంఖ్య (Rational number) కాదు గదా, బీజాతీత సంఖ్య (Transcendental number) కూడ. అంటే  $\pi$  సాధనఫలంగా ఉంటూ, పూర్ణ సంఖ్యలను గుణకాలుగాగల సమీకరణం ఉండదానికి వీలులేదు. కాబట్టి రూలర్, కాంపస్ లతో  $\pi$  వర్గమూలం మాట అటుంచి,  $\pi$  నే నిర్మించలేము.

గ్రీకుల కాలంనాటి సమస్యలను వదలి మధ్య యుగాలకు వద్దాం. మనం చర్చించే తర్వాతి సమస్యని కోనిక్స్ బర్గ్ వంతెనల సమస్య (Bridges of Königsberg) అంటారు. జర్మనీలో కోనిక్స్ బర్గ్ అనే పట్టణము ప్రేగెల్ (Pregel) అనే నదీతీరంలో ఉంది. కోనిక్స్ బర్గ్ లో భాగంగా ఒక ద్వీపం కూడా ఉండేది. 18వ శతాబ్దంలో ఆ పట్ట

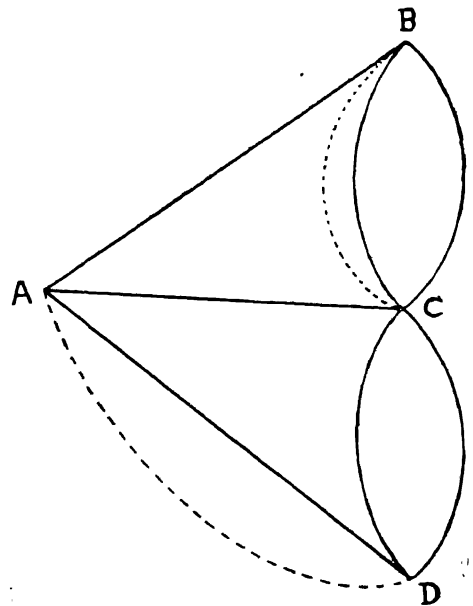
ణంలోని వివిధ భాగాలను కలుపుతూ 7 వంతెనలు ఉండేవి. వంతెనలు, నదీ, ద్వీపం ఈ క్రిందివిధంగా ఉండేవి.



1 వ పటము.

C ద్వీపం, A, B, D లు భూ భాగాలనుకొంటే A నుండి Bకి, Cకి, Dకి, మొత్తం మూడు వంతెనలుండేవి. C నుండి A కి ఉండే వంతెనకాక, B కి రెండు వంతెనలు, D కి రెండు వంతెనలు ఉండేవి (పటము 1, చూడుము). కోనిక్స్ బర్గ్ పట్టణవాసులను వేధించే సమస్య ఏమిటంటే పట్టణంలో ఎక్కడ నుండైనా బయలుదేరి, అదేదోటుకు ప్రతి వంతెనను ఒకే ఒకసారి దాటుతూ తిరిగి రాగలమా? ఆయిలర్ (Euler) అనే గణితశాస్త్రవేత్త 1736 లో నెయింబ్ పీటర్స్ బర్గ్ అకాడమీకి సమర్పించిన వ్యాసంలో ఈ సమస్యను పరిష్కరించాడు. ఆయిలర్ వంతెనలను, భూభాగాలను ఈ క్రింది విధంగా విశ్లేషించాడు; A, B, C, D లను బిందువులనుకొంటే వంతెనలను 2 వ పటములో చూపిన విధముగా అమర్చుకోవచ్చు. ఇందులో A నుండి 3 వంతెనలు (మన అమరికలో మూడు గీతలు) ఉన్నాయి. కాబట్టి దానిని బేసి శిఖరము (Odd Vertex) అందాము. అలాగే A, B, C, D లు కూడా బేసి శిఖరాలే. ఆయిలర్ నిరూపించిన సిద్ధాంతం ప్రకారం, ఇలాంటి అమరికలో బేసి శిఖరాలు లేకపోతే బయలుదేరిన శిఖరానికే ప్రతి రేఖపై ఒకేసారి వెళ్తూ తిరిగి రావచ్చు. కాని కోనిక్స్ బర్గ్ వంతెనల సమస్యలో బేసి శిఖరాలు నాలుగున్నాయి. (అన్ని బేసిశిఖరాలే).

అందుచేత నియమించిన పద్ధతిలో సమస్యను పరిష్కరించడానికి వీలులేదు. ఈ సమస్య ఇంతటితో ముగియలేదు. కొద్దిరోజుల తర్వాత కోనిక్స్ బర్గ్ వాస్తవ్యులు మరోవంతెనను నిర్మించారట, అది B నుండి C కి అనుకొందాం. ఇప్పుడు A, D లు మాత్రమే బేసి శిఖరాలున్నాయి. ఒక బేసి శిఖరంనుండి మరో బేసి శిఖరానికి ప్రతి వంతెనపై ఒకేసారి నడుస్తూ చేరవచ్చు. (ఉదాహరణకు A నుండి D కి పోవచ్చు). ఒకవేళ A నుండి D కి కూడా తొమ్మి



2 వ పటము

దవ వంతెనను నిర్మిస్తే కోనిక్స్ బర్గ్ వాస్తవ్యుల సమస్య పూర్తిగా పరిష్కరింపబడి ఉండేది. ఎందుకంటే అప్పుడు అన్ని సరి శిఖరాలే అవుతైగదా! ఆయిలర్ పరిష్కరించిన ఈ సమస్య గణితంలో టోపాలజీ (Topology) అనే కొత్త శాఖకు నాంది అయింది. నిజానికి ఈ సమస్య Combinatorial Topology కి చెందినది.

తర్వాతి సమస్య 'లాటిన్ చతురస్రాలు' (Latin Squares) అనేవాటికి సంబంధించినది.

ఇది 18 వ శతాబ్దంలో ప్రతిపాదించబడి, పాతికేళ్ళ క్రితం పరిష్కరింపబడింది.  $n \times n$  లాటిన్ చతురస్రము అంటే 1, 2, 3, ... .  $n$  అనే సంఖ్యలను  $n$  అడ్డ వరుసల (Rows) లోను,  $n$  నిలువు వరుసలలో (Columns) లోను ఈ క్రింది విధంగా అమర్చడం అన్నమాట. ఏ అడ్డ వరుసలోగాని, నిలువు వరుసలోగాని ఏదైనా ఒక సంఖ్య ఒకేమారు ఉండాలి. ఉదాహరణకు ఈ క్రిందిది  $3 \times 3$  లాటిన్ చతురస్రము :

1	2	3
2	3	1
3	1	2

ఇలాంటివి రెండు  $n \times n$  లాటిన్ చతురస్రాలు పున్నాయకుకొందాము. వాటిని ఒకదానిపై మరియొకదాన్ని ఉంచామనుకొందాము. అప్పుడు ఒక స్థానంలో రెండు సంఖ్యలుంటాయి. మొదటి సంఖ్య  $a$ , రెండవది  $b$  అయినప్పుడు ఈ వరుస యుగ్మాలన్ని  $(a, b)$  అందాము. రెండు  $n \times n$  లాటిన్ చతురస్రాలను ఒకదానిపై మరొకదాన్ని ఉంచినప్పుడు  $n^2$  వరుస యుగ్మాలంటాయని సులభంగా తెలుస్తూ ఉంది. ఈ వరుస యుగ్మాలన్ని విభిన్నాలయితే ఈ రెండు లాటిన్ చతురస్రాలను ఒకదానికి మరొకటి లంబంగా (Orthogonal) గా ఉన్నాయి అంటాము. ఉదాహరణకు పైన చెప్పిన లాటిన్ చతురస్రము ఈ క్రింది లాటిన్ చతురస్రానికి లంబంగా ఉంటుంది.

1	2	3
3	1	2
2	3	1

ఎందుకంటే ఈ క్రింది చతురస్రంలో ఉన్న 9 వరుస యుగ్మాలు విభిన్నమైనవి)

(1, 1)	(2, 2)	(3, 3)
(2, 3)	(3, 1)	(1, 2)
(3, 2)	(1, 3)	(2, 1)

కాని ఈదిగువ చతురస్రము

1	2	3
2	3	1
3	1	2

2	3	1
3	1	2
1	2	3

కి

లంబంగా లేదు.

ఎందుకంటే ఈ క్రింది చతురస్రంలో  $(1, 2)$  మూడుచోట్ల ఉంటుంది.

(1, 2)		
		(1, 2)
	(1, 2)	

లంబంగా ఉండే లాటిన్ చతురస్రాలకు సంబంధించిన సమస్య ఏమిటంటే ఏ సంఖ్యకు (ఏ  $n$  కు) ఒకదానికొకటి లంబంగా ఉండే  $n \times n$  లాటిన్ చతురస్రాలు ఉంటాయి?  $n = p \gamma$  ( $p$  ప్రధాన

సంఖ్య (Prime number) అయితే ఒకదానికి మరియొకటి లంబంగా ఉండే  $(n-1)$  లాటిన్ చతురస్రాలుంటాయని గణిత శాస్త్రజ్ఞులకు తెలుసు. కాని  $n \neq p$  అయితే, ఈ సమస్యనుగూర్చిన వివరాలు ఎక్కువగా తెలియవు. ఆయిలర్ 1779 లో ఊహించినదేమంటే  $n=4t+2$  లాంటి సంఖ్య అయితే రెండు  $n \times n$  లాటిన్ చతురస్రాలు లంబంగా ఉండడానికి వీలులేదు అని. ఇలాంటి మొదటి సంఖ్య 2 ( $t=0$ ) అయినప్పుడు, రెండవది 6 ( $t=1$ ) అయినప్పుడు, రెండు  $2 \times 2$  లాటిన్ చతురస్రాలు లంబంగా ఉండడానికి వీలులేదని సులభంగానే కనుక్కోవచ్చు. రెండు  $6 \times 6$  లాటిన్ చతురస్రాలు లంబంగా ఉండటానికి వీలులేదని టెర్రీ (Tarry) అనే గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు 1900 లో నిరూపించాడు. ఆయిలర్ చెప్పిన తర్వాతి సంఖ్య 10 ( $t=2$  అయినప్పుడు). చాలాకాలము వరకు ఆయిలర్ ఊహ నిజమైనదీ లేనిది తెలియదు. కాని 1959 లో బోస్, శ్రీఖండే, పార్కర్ అనే శాస్త్రజ్ఞులు లంబంగా ఉండే రెండు  $10 \times 10$  లాటిన్ చతురస్రాలను గణిత్ర యంత్రాల (Computers) నుపయోగించి నిర్మించారు. అంతేకాదు ఆయిలర్ ఊహ  $n=2, 6$  లకు తప్ప మిగిలిన  $n=4t+2$  లాంటి సంఖ్యలన్నింటికీ తప్ప అనికూడా నిరూపించారు. ఇది గణిత ప్రపంచంలో ఒక సంచలనాన్ని కలిగించింది. ఆయిలర్ వంటి మహా మేధావి తప్పగా ఊహించాడని కనుక్కోవడం అత్యద్భుతమైన విషయం. ఈ సమస్య పరిష్కారంలో ఇద్దరు భారతీయుల పాల్గొనడం గమనార్హము.

మైన చెప్పిన 5 సమస్యలు స్కూలు బాలురకు కూడా అర్థమయ్యేటట్లుంటేవే కదా! మొదటి

మూడు గ్రీకుల కాలమునాటివి. అందులో రెండు గేల్వాదరముద్వారా పరిష్కారమయినాయి. మూడవది  $\pi$  బీజాతీతమయిన సంఖ్య అని తెలిసిన మూలమున పరిష్కారమయింది. నాల్గవదైన కోనిక్స్ బర్న్ వంతెనల సమస్య Combinatorial Topology కి మార్గం చూపింది. ఆఖరు సమస్య సాంఖ్యికశాస్త్రం (Statistics) లోను, విక్షేప తలాల (Projective Planes) లోను కొన్ని వునాది సమస్యలకు దారి తీసింది.

— ఆచార్య డా. శంధుల నీతారామ్

### వివరాలు తెలుసుకోవాలంటే

#### చదువవలసిన పుస్తకాలు

1. W. W. R. Ball, Mathematical Recreations and Essays. Macmillan (1959); Chap. IX. pp 242 - 254, Chap. XII. pp 326 - 349.
2. Courant and Robbins, What is Mathematics? Oxford University Press (1953); pp 134 - 138.
3. H. J. Ryser, Combinatorial Mathematics Carus Mathematical Monography Chap. 7 pp 79-94.
4. Van der Waerden, Modern Algebra Vol.I. F. Unger publishing Company (1953); pp 183 - 187.

# 14. లలితకళలు - గణిత ప్రభావము

## 1. ఉపోద్ఘాతము

గణిత శాస్త్రమందు శుద్ధ గణితము (Pure Mathematics), ప్రయుక్త గణితమని (Applied Mathematics) రెండు భాగాలు. శుద్ధ గణితము స్వయంవిరుద్ధములు కాని స్వీకృతాల (Axioms) తో ప్రారంభమయి, కొత్త కొత్త సిద్ధాంతాలను, ఉప సిద్ధాంతాలను, నిర్మాణాలను తార్కిక వాదం ద్వారా సృజిస్తుంది. ఉదాహరణకు వివిధ జ్యామితులను (Geometries), బీజగణితాలను పేర్కొనవచ్చు. ప్రయుక్త గణితము, శుద్ధగణితం ప్రతిపాదించిన సూత్రాలను ఆధారంగా మానవ సమాజానికి ఉపయుక్త మయ్యేటట్లు, అనేక సన్నివేశాలలో వానిని ఉపయోగించి, సంస్కృతీ నాగరికతల వికాసానికి, ఇతర విజ్ఞానశాస్త్రాలవలెనే దోహదమిస్తుంది. అందువల్లనే గణిత శాస్త్రాన్ని “నాగరికతకు మణిముకుర” మని కొందరు పేర్కొంటారు. వినియోక్తము కావలెనే ద్యాసలేకుండా శుద్ధ గణిత శాస్త్రము స్వతస్సిద్ధంగా అభివృద్ధి చెందుతున్నది. ఈ సత్యాన్ని దృష్టిలో ఉంచుకొనే బెర్త్రండ్ రస్సెల్ (Bertrand Russel 1872 - 1969) మహాశయుడు, గణితశాస్త్రాన్ని విచిత్రంగా నిర్వచించినాడు. “గణితంలో మనం ఏం మాట్లాడుతున్నామో మనకే తెలియదు. అసలు మాట్లాడే విషయాలు సత్యాలలో అసత్యాలలో అన్న ప్రసక్తేలేక శాస్త్రాధ్యయనం చేస్తాము.” ఈ నిర్వచనం, శుద్ధ గణితశాస్త్ర నిజస్వరూప స్వభావాలను దివిటీపెట్టి చూపిస్తుంది. ప్రపంచములో వెల్లివిరిసిన అనేక నాగరికతల చరిత్రలను తిరగేస్తే గణితశాస్త్రం ప్రతి నాగరికతలోనూ ఎంతో ఉపయుక్తమైనట్లు తెలుస్తుంది. సంగీతంలో, చిత్రలేఖనంలో, వాస్తు

శాస్త్రంలో, వ్యాయామాది క్రీడాకలాపాలలో, వ్యవసాయరంగములో, వ్యాపారంలో, వైద్యశాస్త్రములో, నాట్యశాస్త్రములో - ఇంకా అనేక సామాజిక వైజ్ఞానిక శాస్త్రాలలో, గణితం ప్రయుక్త గణిత రూపంలో ప్రవేశించి ఆయా శాస్త్రాల ఉత్పత్తి వికాసాలకు కారణభూత మవుతున్నది.

## 2. చిత్రలేఖనము - గణితము

యూరిపైడిస్ (Euripides B. C. 480 - 406) అన్నాడు, “జ్యామితి బలీయమైనది, చిత్రకళ కలిస్తే దానికి ఎదురు నిలువగలిగినది ఏదీ లేదు” అని. ప్రాచ్య పాశ్చాత్య దేశాలలో గణిత శాస్త్ర ప్రాముఖ్యాన్ని ఎన్నో శతాబ్దాలుగా గుర్తించి, ఆ శాస్త్రాన్ని ఉపయోగించుకొని ఎన్నో విజయాలను వారు సాధించినట్లు మానవ సమాజ వికాస చరిత్ర చెబుతున్నది. ముఖ్యంగా క్రీ. శ. 1300 - 1600 మధ్యకాలంలో చిత్రకారులు తమదృష్టిని ఉన్నట్టుండి గణితశాస్త్రం వైపు మరల్చినారు. ఆనాటి చిత్రకారులు “ప్రకృతినుంచి సత్యాలను గ్రహించవలె, ప్రకృతిలోని దృగ్విషయాల సారాంశాన్ని గణిత రీత్యా వాఖ్యానించుకోవలె” ననే పట్టుదలతో కళాతపస్సులుగా జీవించి కీర్తిశేషులైనారు. గణితశాస్త్రంలో మంచి ప్రావీణ్యం సంపాదించినవారు రాజాస్థానాలలో ఉన్నతమైన పదవులను పొందినట్లు ఎన్నో దృష్టాంతాలున్నాయి. శిల్పిగా, చిత్రకారుడుగా, వాస్తు శాస్త్రజ్ఞుడుగా, మహామేధావిగా విశ్వవిఖ్యాతి పొందిన లియోనార్డో డా వించి (Leonardo Da vinci 1452 - 1519) మిలాన్ పాలకుడైన లోడోవికా స్ఫోర్జా (Lodovica Sforza) వద్ద ఇంజనీర్ గా కొలువు అంగీకరించినాడు. యూరపులో వికాసయగం అన్నిరంగాలలో అభివృద్ధిని

సాధించినది. ఆ యుగంలోనే చిత్రకారులందరూ చిత్రలేఖన కళలో ప్రావీణ్యాన్ని సంపాదించేందుకు గణిత జ్ఞానం అత్యవసరమని విశ్వసించినారు. తత్పర్యవసానంగా గణితశాస్త్రం కూడా ఎంతో పెంపొందింది. గణితశాస్త్ర సూత్రాలను ప్రస్తుతంచేసి చక్కని కళా ఖండాలుగా విశ్వవిఖ్యాతి గాంచిన చిత్రలేఖనాల నెన్నింటినో ఉదహరించవచ్చు. బహుశ ప్రధారాన్ని పొందిన కొన్ని కళాఖండాలును పేర్కొందాము.

1. లియోనార్డో డా వించి - స్టడీ ఇన్ ప్రపోర్షన్ (Study in proportion).
2. డూసియో - లాస్ట్ సప్పర్ (Duccio : Last Supper)
3. ఆల్బర్ట్ డీరర్: డిజైనర్ ఆఫ్ ది సిటింగ్ మాన్. (Albert Durer: 1471-1528- Designer of the Sitting man).
4. పీరో డెల్లా ఫ్రాన్సెస్కా: ది ఫ్లాగెల్లేషన్ (Piero Della Francesca: 1420-1492- The flagellation).
5. పీరో డెల్లా ఫ్రాన్సెస్కా: ఆర్కిటెక్చరల్ వ్యూ ఆఫ్ ఎ సిటీ. (Architectural View of a City)
6. చక్కని దృష్టి ప్రకమతను (Perspective) ప్రదర్శించే రాఫేల్ (Raphael : 1483 - 1520) చిత్రాలు.

చిత్ర లేఖనంలో గణితశాస్త్ర విషయమైన ప్రక్షిప్తజ్యామితి (Projective Geometry), రేఖల అభిసరణ (Convergence) అవసరణ (Divergence), బిందువులచర్చ, సరేఖీయత, సరూప సౌష్ఠవతలు, బింబ ప్రతిబింబ కల్పనలు-ముఖ్యంగా ఉపయోగపడినాయి. త్రిపరిమాణ వస్తుజాలంతో

నిండిన వాస్తవ ప్రపంచాన్ని బాగా అనుకరించి సహజంగా కనబడేటట్లు ద్విపరిమాణ కాటిక (Canvas) మీద ప్రపంచపు దృశ్యాలను చిత్రించడమే పునరుజ్జీవన చిత్రకారుల ధ్యేయం. ఈ కళాతపస్సు పరిచడానికి గణితం ఎంతో సాయపడింది. బొమ్మలలో ద్రవ్యరాశిని, ఘనపరిమాణాన్ని, జీవకళను, దైర్ఘ్యములను, వైశాల్యాలును, వాటి పరస్పర నిష్పత్తులను కాపాడటం చాలా ముఖ్యం. గియోట్టా (Giotto : 1266-1337) అనే చిత్రకారుడు దృగ్గత సంగ్రహణము (Visual Perceptions) కు, ప్రాదేశిక సంబంధాలకు (Spacial relations) బాగా ప్రాముఖ్యం యిచ్చి చిత్రించినాడు. అందువల్లనే అతని చిత్రాలు ఛాయా చిత్రాలులాగా, దృశ్య ప్రపంచానికి ప్రతిబింబాల్లాగా మనల్ని ఆకర్షిస్తాయి. సమకాలీన చిత్రలేఖకులు అందరూ విధిగా పాటించిన పాక్షిక సమావృత కోష్ఠపద్ధతి (Partially boxed - in room) ని, గియోట్టా బహు నైపుణ్యంతో అనుసరించినాడు. దీని వల్ల లభించిన మతసంబంధపు చిత్రాలలో, వ్యవహారిక చిత్రాలలో, మార్మికత స్థానే, భావ యుక్తములైన రూపాలు, ఆకృతులు, స్థితులు నెలకొన్నాయి. ఈ లక్షణాలను బాగా ప్రస్తుతంచేసే గియోట్టా చిత్రం: బర్త్ అండ్ నేమింగ్ ఆఫ్ సెయింట్ జాన్ ది బాప్టిస్ట్ (Birth and Naming of St. John, the Baptist).

ఆకృతులను, భావయుక్తములైన రూపాలను చిత్రించడంలో చిత్రకారులు మానవ శరీరం యొక్క వివిధ భంగిమలను ఖచ్చితంగా పరిశీలించినారు. కాటిక మీద ఏవస్తువు నైనా చిత్రించేముందు ఆవస్తువు వాస్తవ స్వరూపాన్ని, వాస్తవసారాంశాన్ని గణిత రీత్యా తెలుసుకునేందుకు ప్రయత్నించినారు.



దీనికి ఉదాహరణ, లియొనార్డో డా విన్సీ రచించిన స్టడీ ఆన్ ప్రపోర్షన్ అనే చిత్రము. దీనిద్వారా ఆదర్శమానవుని శరీరావయవ పరిమాణాలను చతురస్రంలో ఎట్లా ఆమర్చవచ్చునో, వృత్తంలో ఎట్లా ఆమర్చవచ్చునో తెలుసుకోవచ్చు. లియొనార్డో డా విన్సీ “మానవ దేహంవంటి వాస్తవ రూపాన్ని, దాని జ్యామితీయ ధర్మాలద్వారా మాత్రమే తెలిసికోగలము” ని దృఢంగా విశ్వసించినాడు.

## 2. చిత్రలేఖనము - గణితము -

### ఇతర శాస్త్రాలు

చిత్రలేఖన కళాభివృద్ధికి గణిత శాస్త్రమే కాకుండా, భౌతిక, రసాయనిక శాస్త్ర పరిజ్ఞానము కూడా కావలెనని, పునరుజ్జీవన యుగంవారు నమ్మినారు. ఒక చిత్రాన్ని చూస్తున్నప్పుడు చిత్రంలో మనకు సహజత్వం గోచరించవలె. కనుక దృశ్యాన్ని విశ్లేషించడంలో కాంతికి ఆత్యంత ప్రాధాన్యమున్నది. కాంతి ప్రసారంలేని ప్రదేశాలలో, దృష్టి సౌలభ్యం లేని సన్నివేశాలలో చిత్రకళ ఆనందదాయకం కాజాలదు. ఈ విధంగా భౌతికశాస్త్ర వికాసంలో కాంతి అధ్యయనం ఒక కొత్త విలువను సంపాదించుకొన్నది. చిత్రకళ అవసరాలకు అనుగుణంగా కాంతిని అధ్యయనం చేయడంలో గణితంకూడా అభివృద్ధి చెందింది. 17 వ శతాబ్దిపు గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు, పియరీ డి ఫెర్మా(Pierre de Fermat: 1601 - 1665) కాంతిని గురించిన గణిత విశ్లేషణలను చేసి, వక్రీభవన విధానాన్ని సూక్ష్మంగా పరిశీలించినాడు. కాంతి కిరణాలు స్థూలంగా సరళరేఖ మార్గంలో పయనిస్తాయి కనుక ఒకొకొక యానకంలో కాంతి కిరణం కనిష్టకాలం పట్టే మార్గంలో ప్రసరిస్తుందని గణితీయంగా ఋజువు చేసినాడు. ప్రాచీన గ్రీకుల కాలంలోకూడా కాంతికి గణితానికి గల సంబంధాన్ని తాత్త్వికులు గుర్తించిరి.

కాంతి, వివిధ వర్ణ సమామ్నాగము. రంగుల రసాయనిక శాస్త్రము వంటి వైజ్ఞానిక విషయాలు చిత్రలేఖనకు ప్రధానాంశాలుగా రూపొందినాయి. అందువల్లనే చిత్రకారునికి, శిల్పికి, కేవలం బొమ్మలు గీచే నేర్వో, శిలలను మలచే నేర్వో ఉండే చాలుననే రోజులుపోయి చిత్రకారుడుగాని, శిల్పిగాని పండితుడుగా ఉండవలెననేవిశ్వాసం కళా ప్రపంచంలో పాదుకొన్నది. బేటిస్టా ఆల్బర్టి (Battista Alberti 1404-1472) అనే చిత్రకారుడగు వాస్తవ శాస్త్రవేత్త “చిత్రకారునకు పాండిత్యము అవసరము.” అని పేర్కొన్నాడు. ప్రకృతి యొక్క వాస్తవికతను చూపదలచే ప్రతి చిత్రకారుడు జ్యామితి, కాంతి, కేంద్రీయ దృష్టి ప్రక్రమత (Central perspective), ఉదగ్ర దృష్టి ప్రక్రమత (Vertical Perspective), ఉన్నత దృష్టి ప్రక్రమత (Terraced Perspective) మొదలైన చిత్రలేఖన, గణితశాస్త్ర సంబంధములైన అంశాలకు ప్రాధాన్యం ఇవ్వవలె. ఇట్లా ప్రాధాన్యం ఇచ్చి చిత్రలేఖన కృషిలో పరాకాష్ఠ నందుకొన్న పావోలో ఉస్సెల్లా (Paolo Uccella: 1397 - 1475), పిరోడెల్లా ఫ్రాన్సెస్కా (Piero - della Francesca: 1416-1492), లియొనార్డో డా విన్సీ చిత్రాలు నేటికీ కళా విద్యాలయాలలో తలమానికాలుగా ఆదరింపబడుతున్నాయి. గణితీయ దృష్టి ప్రక్రమతకు ఉదాహరణలుగా లియొనార్డో డా విన్సీ గీచిన చిత్రాలను, డ్యూసియో చిత్రాలను పేర్కొనవచ్చు. అడోరేషన్ ఆఫ్ మాగీ (Adoration of Maggi) చిత్ర నిర్మాణంలో లియొనార్డో డా విన్సీ అనేక గణితాంశాలను విరివిగా వాడుకొన్నాడు; ట్రిటైజ్ ఆన్ పెయింటింగ్ (Treatise on Painting) అనే తన గ్రంథాన్ని “గణిత శాస్త్రవేత్త కానివాడు నా గ్రంథాలను చదవకుండుగాక :” అను హెచ్చరికతో ప్రారంభించినాడు.

### 3. చిత్రలేఖనము - పరిచ్ఛేద పద్ధతులు దృష్టిప్రకరమత :

దృష్టిప్రకరమ చిత్రలేఖనం ఎక్కువగా గణిత సిద్ధాంతాలను ఉపయోగించుకొన్నది. చిత్రలేఖన చరిత్రను చూస్తే క్రీ. శ. 1490 ప్రాంతాలలో ఈ నూత్న చిత్రలేఖన పద్ధతి ప్రారంభమైనట్లు తెలుస్తుంది. దృష్టిప్రకరమ చిత్రలేఖనంలో ఉపయోగపడే గణితాన్ని విజయవంతంగా ఉపయోగించి, పరాలోకన గణితాభివృద్ధికి పరోక్షంగా సాయపడినవారిలో ముఖ్యుడు పావోలో ఉస్సెల్లా. తరువాత ఈ రంగంలో బాగా కృషి చేసినవాడు పిరోడెల్లా ఫ్రాన్సెస్కో. ఈతడు చిత్రకారుడే కాక గణిత శాస్త్రమందుకూడా ప్రవీణుడు. ఇతడు గణిత పద్ధతులద్వారా దృష్టిప్రకరమతా ప్రధాన సూత్రాలను, నూతన నిర్మాణ పద్ధతులను కనుక్కొన్నాడు. ప్రతి స్వల్ప విషయాన్ని గణితీయంగానే చూచేవాడు. చిత్రలేఖనం మీద ఆధికారికమైన గ్రంథం ఒకటి వ్రాసి ఆ గ్రంథంలో యుక్లిడియన్ నిగమన పద్ధతిని బాగా చర్చించినాడు.

ప్రాచీన నాగరకతలకు ఆటపట్టయిన భారత, చైనా, ఈజిప్టులలో చిత్రలేఖన కళ బాగా అభివృద్ధి చెందిఉండినట్లు ప్రాచీన గ్రంథాలనుబట్టి తెలుస్తుంది. కాని ప్రత్యక్షాధారాలు లేనందువల్ల వాటిని గురించిన వివరాలు మనకు తెలియవు. అజంతా వర్ణచిత్రాలు, లేపాక్షి వర్ణచిత్రాలు ఎన్నో గణితీయ సూత్రాలపైన ఆధారపడి తయారైనవే.

### 4. వాస్తు శిల్పము - గణితము

శతపథ బ్రాహ్మణంలో, ఐతరేయ బ్రాహ్మణంలో యజ్ఞ విషయక సన్నివేశాలను చర్చిస్తూ అవ్వకోణరూపమైన యూపములను గురించిన ప్రస్తావన ఉన్నది. శారత దేశంలో మొట్టమొదట గృహ

నిర్మాణ కార్యాల సూత్రాలుమార్కండేయ, వాయు, పురాణకాలాలలో గ్రంథస్థమైనట్లు చెప్పవచ్చు, ఆపురాణాలలో గృహముల ప్రస్తావన ఉన్నది. అతి ప్రాచీన కాలంలో గృహ నిర్మాణానికి వెదుళ్ళు, తరువాత కలప, తరువాత సున్నము, షాడుకకు వచ్చినట్లు తెలుస్తుంది. ఋగ్వేదంలో వాస్తు శిల్ప ప్రస్తావన ఉన్నది. ప్రాచీన ఋషులలో ముఖ్యుడుగా పరిగణింపబడే ఆగస్త్యుడు వాస్తుశాస్త్రం మీద గ్రంథాలు వ్రాసినట్లు ప్రతీతి. మనకు లభించిన మానసారమనే వాస్తు శాస్త్ర గ్రంథం, ఆగస్త్యుని వాస్తు శాస్త్ర సూత్రాలమీద ఆధారపడి వ్రాసినదని చరిత్రకారుల అభిప్రాయము. గణితవిషయాత్మకములగు ప్రాచీన శుల్ప సూత్రాలలో, వేదప్రోక్త యజ్ఞశాలలో, హోమ గుండమును నిర్మించేందుకు ఏయే రూపాలలో, పరిమాణాలలో, ఇటుకలు కావలెనో వివరింపబడి ఉన్నది. బౌద్ధాయన శుల్ప సూత్రాలలో వృత్తాకారంగా వ్యాసార్థరేఖాయుక్తంగా యాగ వేదికను నిర్మించే పద్ధతి కనబడుతుంది. ఈ నిర్మాణాలకు ఎన్ని ఇటుకలు కావలెనో అదికూడా వివరంగా తెలుస్తుంది. గృహాలను దేవాలయాలను రథాకారంగా మలచడం అతి ప్రాచీన కాలంనుంచీ మనదేశంలో ప్రచారంలో ఉండినది. ఉదాహరణకు బహుళ ప్రచారాన్ని పొందిన కోణార్క దేవాలయాన్ని (ఒరిస్సా రాష్ట్రంలోనిది) చెప్పవచ్చు.

ప్రాచీన వాస్తు శిల్పవిజ్ఞానాన్ని తెలిపే గ్రంథాలు సంస్కృతంలో చాలా ఉన్నాయి. బృహత్సంహితా, కిరణతంత్ర, మత్స్య పురాణాలలో వాస్తు శిల్ప ప్రస్తావన ఉన్నది. వాస్తు శిల్పంలోని ఒక్కొక్క అంశాన్నిగురించి విపులంగా, సూక్ష్మ భేదాలను కూడా సూచిస్తూ నిర్మాణ విధానాన్ని మన పెద్దలు తెలిపిరి. ఉదాహరణకు స్తంభ నిర్మాణాన్ని తీసుకొందాము. స్తంభాన్ని అష్ట భాగాలుగా విభజించినారు. ఇవి 1. వాహన 2. ఘట 3. పద్మ

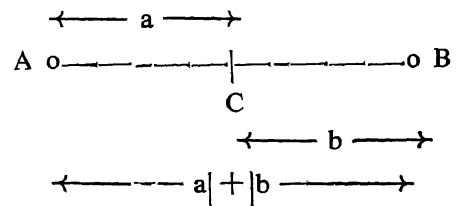
4. ఉత్తరోష్ఠ 5. బాహుశ్య 6. భార 7. తలా  
8. ఉపతలా. ఒక్కొక్కదాని పరిమాణాన్ని దైర్ఘ్య  
నిష్పత్తులను నిర్ణయించినారు.

వాస్తు శాస్త్రము ఒక వినియోగ కళ (Applied Art). వాస్తవ యోగ్యము, అనుభవ యోగ్యము అగు నటుల జ్యామితీయ నిర్మాణమునకు రూప రేఖలను దిద్దుతుంది వాస్తుశాస్త్రము. ఒకవిధంగా తర్కించి నప్పుడు వాస్తుశాస్త్రము గణితశాస్త్రంవలె అరూప (Abstract) మైనదిగా కూడా తోస్తుంది. వాస్తు శాస్త్రంలో అతి ప్రధానములు, ప్రాథమికములు అయిన గణితాంశాలు: పరిమాణము, నిష్పత్తి, అనుపాతము.

ఒకనాడు పైథాగరస్ (Pythagoras B. C. 500) వీధిలో పచార్లుచేస్తు శ్రవణపేయంగా వినవచ్చే సమ్మెట మ్రోతలను గురించి ఆలోచించ ప్రారంభించినాడు. తన్మయుడై సూటిగా శబ్దం వచ్చే చోటుకు చేరుకొన్నాడు. మూడు సమ్మెటల మ్రోతలకలయిక వల్ల ఒకరసవద్దని ప్రసరించడం కనుక్కొన్నాడు. మ్రోతలను కల్పించే సమ్మెటల కొలతలను తీసుకొని వాటినిష్పత్తి 6 : 4 : 3 అని తెలుసుకొన్నాడు. పొడుగాటి సమ్మెట కీలక స్వరాన్ని (Key note) ప్రసారం చేస్తే మధ్యరకం సమ్మెట పంచమస్వరాన్ని, చివరిసమ్మెట పై స్థాయి ప్రథమ స్వరాన్ని ప్రసారం చేయటం గమనించాడు పైథాగరస్. ఈ సంఘటన తరువాత పైథాగరస్ అనేక ప్రయోగాలు చేసి వివిధ దైర్ఘ్య మానములగుల తంత్రుల స్వర ప్రసారాన్ని పరిశీలించి శ్రుతిరంజకములై ధ్వనులను కల్పించే దుకు ఏయే తంతిని ఎంతెంత పొడవుగా తీసుకోవలెనో ఆయా నిష్పత్తులను నిర్ణయించినాడట! ఈ కథలోని విజ్ఞానిజాలు తెలియవుకాని, శ్రుతి

పేయమైన శబ్ద ప్రసారానికి తంత్రుల నిష్పత్తులకు అవినాభావ సంబంధ మున్నదని, ఇది గణితీయమైనదని అందరూ అంగీకరిస్తారు. ప్రాచీన గ్రీకు శాస్త్రజ్ఞులు “చక్కని గణిత నిష్పత్తులలో కార్యోన్ముఖములైన మనస్సులు ఎంతో ఆనందోత్సాహంతో ఉంటాయని నమ్మినారు.” ఈ నిష్పత్తులకు సంబంధించిన గణితీయ రహస్యాలను వారు క్షుణ్ణంగా తెలుసుకోనప్పటికి వాటి విలువలు మాత్రం గుర్తించినారు. ఈ రహస్యాలు శబ్ద ప్రపంచానికేకాక దృశ్య ప్రపంచానికి కూడా వర్తిస్తాయని విశ్వసించారు. ప్రత్యేకించి వాస్తుశాస్త్రానికి గణితానికి గల సంబంధాలను నిశితంగా గ్రహించినారు. వాస్తు శాస్త్రము ఘనీభవించిన సంగీతము గనుక గణితానికి సంగీతానికివలె, గణితానికి వాస్తుశాస్త్రానికి విడివడని సంబంధం ఉన్నది.

వాస్తుశాస్త్రానికి గణితానికి సంబంధించిన ముఖ్యమైన అంశాలలో అతి ప్రాచీనులనుండి పారంపర్యంగా వస్తున్నది “గోల్డెన్ విభాగము” అనే అనుపాతము. పైథాగరస్, వికననయుగ కళాకారులు గోల్డెన్ విభాగాన్ని విరివిగా వాడినారు. ఒకానొక పరిమిత సరళరేఖా భాగం ABని C అనే బిందువు ఖండించినపుడు AC, CB భాగాలు ఏర్పడతాయి.  $AC = a$ ;  $CB = b$  అనుకొందాము.  $a : b = b : a + b$  నిష్పత్తిలో C బిందువు A Bని ఖండించినపుడు ఏర్పడే విభాగాన్ని గోల్డెన్ విభాగమని పేర్కొంటాము,



ఉదాహరణకు  $AB = 58$  యూనిట్లు

$AC = 22$  యూనిట్లు

$CB = 36$  యూనిట్లు తీసుకుంటే

మనకు దాదాపుగ గోల్డెన్ విభాగము లభిస్తుంది.

గోల్డెన్ విభాగాన్ని వినియోగించి గణితీయ సౌష్ఠ్యవత్తు సారూప్యతకు సంబంధించిన అంశాలను దృష్టిప్రక్రమతకు సంబంధించిన అంశాలను ఆధారాలుగా తీసుకొని నిర్మితమైన ఎన్నోవాస్తు శిల్పాలను ఉదాహరణలుగా పేర్కొనవచ్చు.

కోపన్ హేగన్ లోని ఇవార్ బెంట్సన్ (Ivar Bentsen) నిర్మాణము (1918), వెనిస్ లోని ఆండ్రీయా పల్లాడవ్ (Andrea Palladio : 1508 - 1580) నిర్మించిన విల్లాఫోస్కారి (Villa foscari), లీ కొర్బుసియర్ (Le Corbusier : 1887-1974) నిర్మించిన విల్లాగార్చస్ (Villagarches), ది మార్సెలే బ్లాక్ (The Marseille Block), మనదేశంలోని కార్లేలోని గుట్ల, తంజావూరు బృహదీశ్వరాలయము, ఒరిస్సాలోని

కోనార్కదేవాలయము, ఇంకా అనేక దేవాలయాలు, ఈజిప్టులోని పిరమిడ్లు ఇట్టివానికి ఉదాహరణలు

— విశ్వనాథ అరుణాచలం.

## రచనకు సాయపడిన గ్రంథాలు

1. గణిత శాస్త్రము - సాంస్కృతిక దృక్పథము

రచన : మార్స్ క్లెన్ : అనువాద వాఙ్మయము  
- 7. (1973) తెలుగు ఎకాడమి ప్రచురణ.

2. **Experiencing Architecture**

రచన : Steen Eiler Rasmussen. Chapman & Hall., London (1959)

3. **A Study on Vastuvidya :**

రచన : Tarapada Bhattacharya, Patna. Published by the Author (1947)

4. నాట్యశాస్త్రము - భరతుడు (సంస్కృతము)

# 15. యూక్లిడియ, యూక్లిడియేతర జ్యామితులు

## 1. యూక్లిడియ జ్యామితి

ఈ జ్యామితి, క్రీ. పూ. 300 నాటి యూక్లిడు పేరబరగుచున్నది. యుడాక్సస్, ఫియడేటస్ మొదలగు ప్రాచీనులు కనుగొన్న జ్యామితీయ ఫలితముల నుండి విషయాన్ని గ్రహించి, ఇతడు “మూలములు” (Elements) అనే 13 భాగాలుగా (పుస్తకములుగా) దానిని పునర్విభజించి తన పద్ధతిలో కూర్చి వ్రాశాడు.

అతడు గ్రంథమును నిర్వచనముల నుండియు, స్వీకృతముల నుండియు మొదలిడెను. సాధ్యమైనంత తక్కువ మౌలికములైన స్వీకృతాలనుండి మాత్రమే మిగత ఫలితాలన్నింటిని నిరూపించే ఆధునిక విధానము అతనికి ఆపరిచితము. అందుచే గ్రంథమందు కొన్నియెడల క్రమబద్ధతయు లోపించి వెలితితనము కనిపించుచుండును.

సరళరేఖతో తలమును రెండు భాగములుగా విభజించుట, రెండు వృత్తచాపములు ఒక బిందువు వద్ద ఖండించుకొనుట మొదలగునవి, వివరింపబడకుండనే, ఆ ధర్మములు వినియోగింపబడినవి.

ఆయినప్పటికిని అతడు ప్రథమ శ్రేణికి చెందిన గణితాచార్యుడు. సుమారు 2,000 సంవత్సరములు పెద్ద మార్పు లేవియు పొందకయే అతని “మూలములు” పాఠ్య పుస్తకమువలె నిలచినది. అది నిగమన పద్ధతికి (Deductive Process) ఒక మార్గదర్శిగా నిలచి తరచుగా అనుకరింపబడినది. కాని ఎప్పుడూ అధిగమింప బడలేదు.

దోషరహిత మైన, జ్యామితి స్వరూపము కొన్ని మౌలికమైన, సంబద్ధమైన, పరస్పరాశ్రితము (Independent) కాని, సంపూర్ణమైన తక్కువ

సంఖ్యగల స్వీకృతాలను ఆధారముగా చేసికొని రూపొందింపబడుతుంది. యూక్లిడు “మూలములు” ఈదృష్ట్యా అసంపూర్ణము. 1899 లో డేవిడ్ హిల్బర్ట్ (1862 - 1943) అనే జర్మను గణితజ్ఞుడు జ్యామితి ప్రాతిపదికలు (Foundations of Geometry) అను గ్రంథమును ప్రచురించెను. ఇందు యూక్లిడు యొక్క దోషాలను గూర్చి ప్రస్తావించాడు. అతడు మూడు విభిన్న రకాల సామగ్రిని ఉపయోగించాడు. ఇవి A, B, C, ...ల పేర్లతో వ్యవహరింపబడు బిందువులు, a, b, c ...లతో వ్యవహరింపబడిన రేఖలు,  $\alpha, \beta, \gamma, \dots$  లతో నామకరణము గావింపబడిన “తలములు”. రేఖా (Linear) జ్యామితిలో బిందువులు మూలములు; తలీయ జ్యామితిలో బిందువులు, సరళరేఖలు అనేవి రెండురకాల మూలములు; ఆయతనత్రయ (సరళ) జ్యామితి (Space Geometry) లో బిందువులు, రేఖలు, (సమ) తలాలు అనే మూడు రకాల మూలములు ఉండును. వీటికి సంబంధించిన అయిదు రకాల స్వీకృతాలను ఆయన ప్రవేశపెట్టాడు.

1. సంబద్ధ స్వీకృతాలు
2. క్రమతా స్వీకృతాలు
3. సర్వ సమానత్వ స్వీకృతాలు
4. అవిచ్ఛిన్నతా స్వీకృతాలు
5. సమాంతర స్వీకృతము.

ఇందులో చివరి స్వీకృతాన్ని (అంటే సమాంతర స్వీకృతాన్ని) ఈ క్రింది విధముగా ప్రవచించవచ్చు. ‘a’ ఒక రేఖ; A బిందువు a పై లేనిది; అయితే a, A లచే నిర్ధారించబడిన  $\alpha$  తలములో

A ద్వారా a ని ఖండించని రేఖ ఒకటి ఒకటి ఉంటుంది. దీనిని A ద్వారా a కి సమాంతరము అంటాము.

## 2. యూక్లిడు సమాంతర స్వీకృతము

యూక్లిడు దానిని ఈ క్రింది విధముగా నుడివెను “ఒక సరళరేఖ మరిరెండు సరళరేఖల పై పడినపుడు (ప్రతి ఖండించినపుడు) ఒకే వైపున ఏర్పడిన అంతఃకోణములు కలసి రెండు సమకోణముల కన్న తక్కువైనచో, అరెండు సరళరేఖల ఏవైపున ఆ కోణముల మొత్తము రెండు సమకోణములకన్న తక్కువో ఆ వైపున ఆ రెండును కలియును”

దీనినే జాన్ ఫ్లేఫెయిర్ ఇట్టు వివరించెను-1 అనే ఒక రేఖను, దానిపై నుండని P అనే ఒక బిందువును ఇచ్చినపుడు, l, p లచే నిర్ధారించబడిన తలములో P ద్వారా l ను కలవని ఒకే ఒకరేఖ వ్యవస్థితము. ఇది పైన వివరించబడిన యూక్లిడు స్వీకృతానికి తుల్యమైనది (Equivalent). దీని వివర్యయాన్ని యూక్లిడు సమాంతర స్వీకృతాన్ని ఉపయోగించకుండా మిగత స్వీకృతాలనుండి మాత్రమే నిరూపించవచ్చు. అందుచేత గణితవేత్తలు, 2000 ఏండ్లుగా, ఈ యూక్లిడు సమాంతర స్వీకృతాన్ని మిగత స్వీకృతాలనుండి నిరూపించి దానిని స్వీకృతముగా కాకుండా చేయాలని, సిద్ధాంతముగా రూపొందించాలని, చాలామంది ప్రయత్నించినారు. వారి నిరూపణలో వారు అనాలోచితంగా ఆ సమాంతర స్వీకృతానికి అంతరంగిక స్పృహ (Intuitively) మూలకములైన ఫలితాలను ఉపయోగించారు. 1763 లో G. S Kluegal (క్లూగల్) అనే ఆతడు వారి నిరూపకములు తప్పులని నిరూపించారు. ఇది యూక్లిడు సమాంతర స్వీకృతాన్ని త్రోసిపుచ్చి, యూక్లిడియేతరమైన నూతన జ్యామితిని ప్రవేశపెట్టుటకు తగిన మార్గాంతర స్వీకృతాన్ని ప్రతిపాదించడానికి

(5)

నాంది అయింది. సచ్చేరి (Saccheri) అనే ఒక జెస్సైట్ మతాచార్యుడు సమాంతర స్వీకృతాన్ని నిరూపించడానికి ప్రయత్నించి త్రిభుజములోని కోణముల మొత్తము రెండు సమకోణములను మించదు అనే ముగింపుకు వచ్చాడు. మొత్తము  $180^{\circ}$  లు అయితే యూక్లిడు స్వీకృతము అనుకూలిస్తుంది. ఈ నిరూపణకు అతడు ఒక చుట్టు మార్గాన్ని ఉపయోగించాడు. కోణముల మొత్తము రెండు సమకోణములకన్న తక్కువ అను ఫలితములో ఏదో విరుద్ధత ఉందని అనుకొన్నాడు; కాని అటువంటిదేమీ లేకపోయింది.

ఈ యథార్థమును గ్రహించి గణితజ్ఞులు ఒక త్రిభుజములోని కోణముల మొత్తము రెండు సమకోణముల కన్న తక్కువ అనుభావన ఆధారముగ ఒక నూతన జ్యామితిని ప్రతిపాదించగలిగారు. గౌస్ (Gauss), జోహన్ బోల్యాయి (Johann Bolyai), లోబెషెవిస్కి (Lobachevsky) ఈ సందర్భములో చెప్పదగినవారు. ఈ యూక్లిడియేతర జ్యామితి అతి, పరావలయ జ్యామితిగా వ్యవహరింపబడుతోంది.

## 3. అతి పరావలయ జ్యామితి

ఈ జ్యామితిలో యూక్లిడు సమాంతర స్వీకృతానికి బదులుగా ఈ క్రింది స్వీకృతాన్ని తీసుకుంటాము.

“ఒక తలములో ఒక బిందువు ద్వారా ఒక రేఖకు కనీసము రెండు సమాంతర రేఖలను గీయవచ్చు”. ఇది అటువంటి సమాంతర రేఖలను (ఆ బిందువు ద్వారా) అనంతమైనన్ని గీయవచ్చు అనే ఫలితానికి దారితీస్తుంది. యూక్లిడియ జ్యామితి వలెకాక ఈ జ్యామితి ప్రాథమిక దశలలో అంతరంగిక స్పృహకు (Intuitive Appeal) నచ్చకుండును. ఫెలిక్స్ క్లెయిన్, పోయింకేర్ (Poincare) అనువారలు ఈ వెలితిని తొలగించే

సమూహాలను నిర్మితం చేసారు. ఇందులో వి'యిం కేర్ నమూనాను సులభంగా అర్థము చేసుకోవచ్చు. ఇది  $Y > 0$  అర్థతలములో లంబ నిరూపకాక్ష పద్ధతిలో చెప్పవచ్చును. అందలి బిందువులను అతి పరావలయ బిందువులు లేక “అతి బిందువులు” అనవచ్చు.  $x$  అక్షానికి లంబముగా ఉండే అర్థవృత్తాలు, అర్థకిరణాలు (Half Rays) ఇందలి రేఖలు - అంటే అతిరేఖలు.

ఈ జ్యామితిలోని సిద్ధాంతములు కొన్ని సమాంతర స్వీకృతాలపై ఆధారపడనంతవరకు యూక్లిడియ జ్యామితితోని సిద్ధాంతములను పోలి ఉంటాయి; కాని చాలా సిద్ధాంతములు యూక్లిడియ జ్యామితితోవలె కాకుండా భిన్నముగా ఉండును. ఉదాహరణములను గమనించండి :

1. ఒక త్రిభుజములోని కోణముల మొత్తము  
2 సమకోణములకన్న తక్కువ.

2. రెండు అతిపరావలయ సమాంతరాలు ఒకే ఒక లంబమును కలిగియుండును.

3.  $g$  ఒక అతిరేఖ ;  $U, V$  లు  $x$  అక్షముపై దాని హద్దుబిందువులు; అయితే  $g$  నుండి సమాన దూరములో ఉండే బిందుపథము  $U, V$ ల ద్వారా పోవు యూక్లిడియ చాపమగును.

4 అతి పరావలయ దృష్ట్యా, ఒక బిందువు నుండి సమానదూరములో నుండు బిందు పథము ఒక యూక్లిడియ వృత్తమగును. దీని యూక్లిడియ కేంద్రము, అతిపరావలయ కేంద్రము భిన్నములు.

5. పరిపూర్ణ వృత్తములేని అతి (పరావలయ) త్రిభుజాలు వ్యవస్థితములు.

6. రెండు త్రిభుజములలోని కోణములు జంటలుగా సర్వసమానమైతే ఆ త్రిభుజాలు సర్వ సమానాలు (Congruent).

7. ఒకే భూమి, ఒకే మధ్యరేఖగల త్రిభుజముల వైశాల్యములు సమానములు.

8. ఒక త్రిభుజములోని కోణముల మొత్తము, దాని వైశాల్యముపై ఆధారపడును. వైశాల్యము తక్కువై నకొలది, ఆ మొత్తము రెండు సమకోణములకు దగ్గరవుతుంది.

9.  $l, m$ , అను రెండు సమాంతర రేఖలలో  $m$  పైనున్న  $p$  బిందువునుండి  $l$  కుగల లంబదూరము  $pq$  అయితే,  $p$  వద్ద కోణము లఘుకోణము. లంబదూరము హెచ్చినకొలది ఈ కోణము తగ్గును.

10. యూక్లిడియ పైథాగరస్ సిద్ధాంతానికి బదులుగా ఒక జటిలతరమైన సిద్ధాంతము ఈ జ్యామితిలో తారసిల్లుతుంది.

#### 4. దీర్ఘ వృత్త జ్యామితి

బోల్జాయి, లోబెష్‌స్కి రచనల తరువాత 20 సంవత్సరములకు G. F. B. రీమాన్ దీర్ఘ వృత్త జ్యామితిని ప్రవేశపెట్టెను. ఇది ఇంకొక యూక్లిడియేతర జ్యామితి. అతడు హద్దులు లేని సరళ రేఖకు అనంత వ్యాప్తమైన సరళరేఖకుగల తారతమ్యాన్ని గమనింప చేసెను. ఒకవృత్తము హద్దులులేని రేఖ ; అది అనంతము, అయినా దాని పొడవు పరిమితము. యూక్లిడియ భావనలో సరళరేఖ అనంతమేకాక అపరిమితము కూడాను. అనుభవములో సరళరేఖ నిరవధికతయే సమంజస మనిపించునుగాని అనంత వ్యాప్తత స్ఫురించదు. రీమాన్ ఒక కొత్త సమాంతర స్వీకృతాన్ని ప్రతిపాదించాడు.

ఒక సరళరేఖను, దాని వెలుపలనున్న నొక బిందువుచే నిర్ణీతమైన సమతలమందు ఆ బిందువు ద్వారా గీచిన ప్రతి సరళరేఖయు ఖండించును.

ఈ స్వీకృతముతోపాటు మిగిలిన యూక్లిడియ ట్విక్యూలను ఉపయోగించి, రీమాన్, పైన వివరించిన, దీర్ఘ వృత్త జ్యామితిని నిర్మించినాడు. వానిని ఉదహరించే ఒక నమూనాను ఈ క్రింది విధంగా నిర్మించవచ్చు. ఒక గోళతలాన్ని తీసి సందాము. దీన్ని ఆభాసతలము (Pseudo Plane) గా పరిగణిస్తాము. ఆ గోళముపైనున్న ప్రతి వ్యతిరేక బిందువుల (Antipodal points) జంటను ఒక ఆభాస బిందువుగా నిర్వచిస్తాము. ఆ తలముపైనున్న ప్రతి మహావృత్తము (Great Circle) ఒక ఆభాసరేఖ. ఈ జ్యామితిలోని కొన్ని ఫలితాలలో యీ క్రింద ఉదహరింపబడినవి.

1. ప్రతి  $g$  అనే ఆభాస రేఖకు (దీనితో సాహచర్యముగల)  $pp$ , ద్వారా గీచిన ప్రతి ఆభాసరేఖయు  $g$  కి లంబముగా నుండునట్లు  $P_1P$  అనే ఒక ఆభాస బిందువు వ్యవస్థితము.
2. రెండు ఆభాస బిందువుల మధ్య దూతము  $\frac{\pi}{2}$  ను మించదు. ....
3. త్రిభుజములోని కోణముల మొత్తము 2 సమ కోణముల కన్న తక్కువ.
4. త్రిభుజ వైశాల్యాన్ని  $\sigma = \alpha + \beta + \gamma - \pi$  అనే గోళీయాధిక్యము (Spherical Excess) ద్వారా సూచిస్తాము ( $\alpha, \beta, \gamma$  లు త్రిభుజకోణాలు)
5. ఒక ఆభాసరేఖపై ఉండు వేర్వేరు ఆభాస బిందువులవద్ద, ఆ ఆభాస రేఖకు గీచిన లంబాలన్నీ ఆ ఆభాసరేఖనుండి ఒక స్థిరదూరములో నున్న ఒక ఆభాసబిందువు వద్ద కలుస్తాయి.
6. రెండు ఆభాసరేఖలు, కొంత ఆవరణను ఆవరిస్తాయి. (Enclose space).
7. రెండు ఆభాస బిందువులు ఎల్లప్పుడు ఒక ఆభాస రేఖను నిర్ధారించవు.

ఈ జ్యామితియ తలములోని ధర్మాలు, గోళ తలములోని ధర్మాలకు, అనుగుణంగా వుంటాయి. మహావృత్తములు హద్దులులేని రేఖలు. గోళముపై ఏ బిందువు ద్వారా గీచిన మహావృత్తమైనా, మిగిలిన అన్ని వృత్తాలనీ ఖండిస్తుంది. ఈ జ్యామితిలోని రెండుబిందువులు ఏకమైతే, జ్యామితి స్వభావము వేరుగా ఉంటుంది. ఆ తలము ఒక రేఖచే రెండు భాగాలుగా విభజింపబడదు. వేర్వేరు రకాల రీమాన్ జ్యామితులను రూపొందించవచ్చు. ఇందుకొన్ని ఏకతలీయ స్వభావము కలవి; మరికొన్ని ద్వితలీయ స్వభావము గలవి.

తర్కదృష్ట్యా పైన వివరించిన యూక్లిడియ, యూక్లిడియేతర జ్యామితులన్నీ నిర్దుష్టంగా వర్తిస్తాయి.

భూతలముపై ఒక పరిమిత ఆవరణను మాత్రమే దృష్టిపథమందు ఉంచుకొనినయెడల, ఆ ప్రదేశమందలి అనుభూతికి, యూక్లిడియ జ్యామితియే సమంజసముగా వర్తించును. గౌస్, లోబ్షెన్స్కి తమ అతి పరావలయ జ్యామితి, ఖగోళ తలానికి ఉపయుక్త మగునని ఊహించిరి. తత్కారణమున గౌస్ తన జ్యామితిని “ఏస్టర్” (నక్షత) జ్యామితి యనెను. రీమాన్ జ్యామితిని సాపేక్ష సిద్ధాంతములో ఉపయోగించారు. అది పెద్దతరహా సంఘటనల (Phenomena) కు దీర్ఘ వేగములతో పయనించు ఖగోళ ద్రవ్యరాశులకు, సంబంధించిన సమస్యల్లో సమంజసమైన శాస్త్రీయ వాదాన్ని సమకూర్చుతుంది.

— మూలము అంగ్లము : డా. ఆర్. వి. వారి

తెనుగున : డా. ఎ. వి. యస్. శాస్త్రి.



## References

1. Encyclopaedia Britannica Vols 8 and 10
2. The Elements of non - Euclidean Geometry and Trigonometry, By H. S. Carslaw, Langman's Green & Co.
3. Non - Euclidean Geometry, By Herbert Meschkowski, Academic Press, New York and London.
4. Mathematics and the Physical World - By Morris Kline. John Murray, 50 Albemarle Street; London.

- 13

## 16. గణిత తర్కము

సాంప్రదాయకముగా తర్కము, వేదాంత, మనస్తత్వ శాస్త్రాభ్యాసనములతో సాహచర్యము కలిగియున్నది. తర్కము అనేది కొన్ని దత్తాంశములనుండి, కొన్ని అనుగుణములగు నిర్ణీత సారాంశములను తెచ్చుటకు వీలుగా అంగీకార యోగ్యమగు పద్ధతులను పరిశోధించి, రూపొందించి స్థిరపరిచే శాస్త్రము. ప్రతి ఒక్కరును కొన్ని ఏర్పరచుకొనిన (ముందు చెప్పబడిన) ఉప పాదనముల (Premises) నుండి కొన్ని సారాంశములకు వస్తారు. ఈ సారాంశాలు, అనందిగ్ధముగా, అంతర్వైరుధ్య రహితముగా రాగల్గుట ముఖ్యము. తర్కాన్ని ఒక ప్రత్యేక విలక్షణావిషయముగా గుర్తించిన వారిలో అరిష్టాటిలు (క్రీ. పూ 384 - 322) ప్రథముడు. తర్కాన్ని, సంయుక్తమైన హేతువాదము, లేక సారాంశ ఉత్పాదక హేతువాదము (Theory of Valid Arguments or Theory of deductive Inferences) అని నిర్వచింప వచ్చును. గణితానికి తర్కముతోగల సంబంధమేమి? అనే ప్రశ్న ఉత్పన్నమవుతుంది. తరచుగా గణితజ్ఞుడు ఒక క్రొత్త ఫలితాన్ని ఊహించి దాన్ని సహేతుకముగా, తర్కానుసారముగా అనుకొన్న దత్తాంశ ఫలితాలు ఆధారముగ,

అంతకు పూర్వము నిరూపింపబడిన సిద్ధాంతముల నుండి లభించు రూఢియగు ప్రవచనముగా నిరూపించు కోరును.

“తర్కానుసారముగా” అనే పదానికి సామాన్యంగా అంగీకారయోగ్యమయిన తాత్పర్యము ఒకటి ఉండవలెననునది విదితము. కొన్ని దత్త ప్రవచనాలనుండి ఒక సిద్ధాంతము పర్యవసానమా (అనుసృతమా) కాదా అని నిర్ణయించుటకు సహాయపడే నియమసరళియొక్క అభ్యాసాన్ని గూర్చిన విషయము గణితతర్కము.

‘వాక్యము’ అనునది ప్రశ్నార్థక, ఆశ్చర్యార్థక, విధ్యర్థకాదులలో ఏదియైన కావచ్చును. తర్కములో ఉపయోగింపబడే వాక్యము - కథితవిషయము సత్యమో, అసత్యమో, నిశ్చయముగా చెప్పనలవియగునది - మాత్రమే. ఇట్టి వాక్యములు నిశ్చయార్థకాలు. ఇవి ‘T/F’ ప్రవచనములు (True/False Statements); లేక సత్య/అసత్య ప్రవచనములు (స. అ) అనబడును. ఒక ప్రవచనము సత్యమైతే దాని నిజవిలువ “సత్యము” అనియు; అది అసత్యమైతే దాని నిజవిలువ “అసత్య” మనియు చెప్తాము. ఉదా : “అన్ని తిరుణములు సమద్విబాహువులు”

ప్రవచనముయొక్క నిజ విలువ “అసత్యము”  
 కాదు; “అన్ని సమభాషా త్రిభుజాలు సమద్విభాజాలు” అనే ప్రవచనము యొక్క నిజ విలువ ‘సత్యము’ మవుతుంది. నిజవిలువలు సత్యముగా కలవచనములను “మరియు” “లేక” “అయితే” - “అప్పుడు” “కావటానికి అయితేనే” అనేమాటల (connections) తో కలుపుతారు. వీటిని నల్గోక - కాదు) తో కూడా (వ్యతిరేకార్థములతో) కీషించి చెప్పవచ్చును. రెండు ‘స. అ’ ప్రవచనములను “మరియు” ఉపయోగించి కలపటాన్ని ‘ముచ్చయము’ (Conjunction) అంటారు. ఇప్పుడు “స. అ” ప్రవచనాలను ‘లేక’తో కలుపగా ఏర్పడు ప్రవచనమును ఆ రెంటి వికల్పచయము (Disjunction) అంటారు. రెండు స. అ. వచనాలు “అయితే - అప్పుడు”తో కలుపితే ఒక నిబంధిత (Conditional) ప్రవచనము వచ్చును.

ఉదా : “వర్షించుచున్నదైతే (అప్పుడు) బుబ్బుగా నున్నదనవచ్చును” అనే ప్రవచనము వర్షించుచున్నది. 2. మబ్బుగా నున్నది అనుచున్నది స. అ. ప్రవచనముల జతచేసిన ఒక నిబంధిత ప్రవచనము. “కావటానికి - అయితేనే” అనే కలుపు మాటలను ఉపయోగించి, రెండు స.అ. “ప్రవచనాలను కలుపగా ఏర్పడే ప్రవచనము ఒక ద్విగుణ నిబంధిత ప్రవచనము” అని పిలుస్తారు. ఉదా : “ఒక త్రిభుజము సమాన భుజములు గలది కావటానికి అది సమాన కోణములు కలది కావాలి (అగును)” అనే ప్రవచనము. 1. ఒక త్రిభుజము సమాన భుజములు కలది. 2. ఒక త్రిభుజము సమాన కోణములు కలది, అనే “స. అ.” ప్రవచనములనుండి ఏర్పడిన ద్విగుణ నిబంధిత ప్రవచనము. ఒక ద్విగుణ నిబంధిత ప్రవచనాన్ని రెండు నిబంధిత ప్రవచనములుగా విడగొట్టవచ్చును. ఉదా : పై

ఉదాహరణానికి - 1. ఒక త్రిభుజము సమాన భుజములు కలది అయితేనే అది సమాన కోణములు కలది యగును; 2. ఒక త్రిభుజము సమాన కోణములు కలది కావటానికి అది సమాన భుజములు కలది అయివుండాలి (కావాలి) అనే రెండు నిబంధిత ప్రవచనములుగా విడగొట్టవచ్చును.

ఒక స. అ. ప్రవచనమును కాదనుటలో ఏర్పడే నూతన ప్రవచనాన్ని మొదటి ప్రవచనపు అభావము (Negation) అంటారు. ఈ అభావాన్ని వ్రాయుటకు ఆ ప్రవచనానికి “అనేది నిజము కాదు” అనే పదజాలాన్ని చేరుస్తారు. ఉదా. “వర్షించుచున్నది”కి అభావము “వర్షించుచున్నది అనేది నిజముకాదు” దీనిని N సంకేతముతో N వర్షించుచున్నది: అంటే నల్గో వర్షించుచున్నది అని క్లుప్తముగా వ్రాస్తారు.

### నిజ పట్టికలు

$p, q, r, \dots$  స. అ. ప్రవచనములు అని అనుకుందాము. ‘p లేక q’ ప్రవచనానికి  $p \vee q$  అని p మరియు q కి  $p \wedge q$  అని వ్రాస్తారు. నిజపట్టిక, కొన్ని కలుపు మాటలతో ఏర్పడే ఒక సంయుక్త ప్రవచనపు నిజవిలువ, ఆ ప్రవచనపు ఉపభాగముల నిజవిలువలపై ఎలా ఆధారపడి వున్నదో తెలుపుతుంది. ఉదాహరణకు  $p \vee q$  అనే వికల్పచయము, p కాని, లేక q గాని నిజమైనపుడు నిజమవుతుంది. అది అసత్యమయ్యే సందర్భము, p, q లు రెండును కల్ల అయినపుడు మాత్రమే సంభవిస్తుంది.  $p \vee q$  నిజపట్టిక ఈ క్రింద ఇవ్వబడినది.

p	q	$p \vee q$
స	స	స
స	అ	స
అ	స	స
అ	అ	అ

ఇతర కలుపు మాటలకు సంబంధించిన ప్రవచనముల నిజపట్టికలు ఈ క్రింద ఇవ్వబడినవి.

$p \wedge q$  ( $p$  మరియు  $q$ )

p	q	$p \wedge q$
స	స	స
స	అ	అ
అ	స	అ
అ	అ	అ

p	$Np$
స	అ
అ	స

$p \rightarrow q$  అంటే ( $p$  అయితే అప్పుడు  $q$ ) అని  
 $P \iff q$  అంటే ( $P$  అయితే  $q$ ,  $q$  అయితే  $P$  అని అర్థము)

$p \rightarrow q$

p	q	$p \rightarrow q$
స	స	స
స	అ	అ
అ	స	స
అ	అ	స

$p \iff q$

p	q	$p \iff q$
స	స	స
స	అ	అ
అ	స	అ
అ	అ	స

$p$  అసత్యము,  $q$  అసత్యము అయినప్పుడుగానీ;  
 $p, q$  లు రెండును అసత్యము అయినప్పుడుగానీ;  
 $p \rightarrow q$  సత్యమగుట గమనార్హము.  $P \rightarrow q$  అసత్యమయే సందర్భము,  $p$  సత్యము,  $q$  అసత్యము అయినపుడు మాత్రమే. ఈ క్రింది ఉదాహరణముల గమనింపుడు :  $p$  ప్రవచనము “వర్షించుచున్నది”;  $q$  ప్రవచనము “మబ్బుగా నున్నది”; అనుకొందాము. వర్షము పడకున్నను అంటే అసత్యమైనను మబ్బుగా నుండవచ్చు అంటే  $q$  నిజము కావచ్చు.

అన్ని కలుపు మాటలకు సంబంధించిన నిజపట్టికలను ఒకేపట్టికలో ఈ క్రింది విధముగా వ్రాయవచ్చు.

p	q	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \rightarrow q$	$p \iff q$	$Np$	$Nq$
స	స	స	స	స	స	అ	అ
స	అ	అ	స	అ	అ	అ	స
అ	స	అ	స	స	అ	స	అ
అ	అ	స	అ	స	స	స	స

**నిత్య ప్రవచనములు (Tautologies):** కొన్ని సంయుక్త స. అ. ప్రవచనాలను కలిపి క్లిష్టతర సంయుక్త ప్రవచనములను ఏర్పరచవచ్చును. ఉదాహరణ :  $p, q, r$ , లు స. అ. ప్రవచనాలయితే - వానిని  $(p \vee q) \wedge r$   $p \vee (q \wedge r)$  మొదలగు స. అ. ప్రవచనములు ఏర్పడునట్లు కలుపవచ్చును. పీనిలో కొన్ని, వాటి వైయక్తిక భాగ ప్రవచనాల నిజవిలువ లేమైనప్పటికి, అవి ఎల్ల

ప్పుడును నిజముగా నుండును. ఇటువంటివాటిని (Tautologies) నిత్య ప్రవచనములు అంటారు.  $p \vee Np$  ప్రవచనము ఇందుకు ఒక తేలికైన ఉదాహరణ.  $[(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \Rightarrow p \rightarrow r$  అంటే  $p$  అయినప్పుడల్లా  $q, q$  అయినప్పుడల్లా  $r$ , అయితే, అప్పుడు  $p$  అయినప్పుడల్లా  $r$  అవుతుంది - అనేది మరొక ఉదాహరణ. (గమనిక : “అయితే - అప్పుడు” బదులుగా “అయినప్పుడు”

దల్లా" అని వాడవచ్చును) నిజపట్టికలో నిత్యనిజ ప్రవచనాల నిలుపు వరసలలో అన్నియు "స"లు ఉండుట వాని విశిష్టత.

పై అయిదురకాల కలుపు మాటలను ఒకే గుర్తు ద్వారా వ్రాయవచ్చునని 1918 సంవత్సరంలో H. M. షెఫర్ (Sheffer)చే చూపబడినది. ఈ గుర్తు '1'. దీనిని షెఫర్ గీటు అంటాము. 'p/q' కి నష్ p లేక నష్ q అని అర్థము. అంటే నష్ p అనగా 'N p' అని అర్థము. ఇదేవిధముగా ఇతర కలుపుమాటలను కూడా షెఫర్ గీటును ఉపయోగించి వ్రాయవచ్చును.

గణితములో సాధారణముగా p అనే ప్రవచనమును నిరూపించేందుకు p కాదనుకొనినచో విరుద్ధానికి దారితీస్తుందని నిరూపిస్తాం; అంటే

N p సత్యమవటానికి వీలులేదని ఋజువు చేస్తాం.

నిరూపించవలసిన ప్రవచనము తరచు  $p \rightarrow q$  వలె ఒక నిబంధిత రూపములో ఉంటుంది. అప్పుడు ఉపపత్తికి మన వాదము  $N(p \rightarrow q)$ తో మొదలు కావాలి. ఈ విధంగా ఒక నిబంధిత ప్రవచనపు అభావముతో ఉపపత్తిని మొదలిడుటలో భాషానుగతమైన సమస్య లొక్కొక్కప్పుడు ఎదురౌతాయి. అట్టి సందర్భము లలో గణిత తర్కము, అందలి సంకేత పద్ధతి మనకు సహాయపడుతుంది.  $N(p \rightarrow q)$  అనేది  $P \wedge Nq$  కి తుల్యమని పటిష్టముగా నిరూపించ వచ్చును.

$N(p \rightarrow q)$ ,  $p \wedge Nq$  ల నిజ పట్టికలు క్రింద ఇవ్వబడినవి :

p	q	$p \rightarrow q$	$N[p \rightarrow q]$	$p \wedge Nq$
స	స	స	అ	అ
స	అ	అ	స	స
అ	స	స	అ	అ
అ	అ	స	అ	అ

p నిజముగా గుర్తించి q అసత్యమని అనుకొనుట విరుద్ధమునకు దారితీయునని నిరూపించినచో  $P \rightarrow q$  ని నిరూపించినట్లు పరిగణింపవచ్చును. ఈవిధంగా గణిత తర్కాభ్యాసము ఉపపత్తికరణ విధానాన్ని ఒక దృఢమైన పునాదిపై నిలుపుతుంది.

— మూలము : డా. యం. వి. పట్టాభిరామన్.

తెనుగుచేత : డా. వి. వి. యన్. శాస్త్రి.

### గ్రంథ సూచిక

1. Introduction to Mathematical Logic - Flora Dwikins, Appleton Century Crofts. Ltd.
2. Introduction to Logic - Patric Supples; (University Series in Under graduate Maths.)
3. Logic in Elementary Maths. Exner & Roskoff; Mc Graw Hill.

## 17. సంఖ్యా వాదము - కొన్ని ప్రసిద్ధ సమస్యలు

“గణితశాస్త్రము, దానిని వెల్లడించే తర్కరూపాల విషయంలో కూడా, పూర్తిగా సహజసంఖ్యల (Natural numbers) స్వభావంపై ఆధారపడి ఉంది,-” అని హెన్రీవైల్ (Henry Weyl) అనే గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు వ్యక్తపరిచాడు. కొందరు సహజ సంఖ్యలనే గణిత శాస్త్రానికి తొలిమెట్టుగా పరిగణిస్తారు. సంఖ్యావాదము, బీజగణితము, గణిత విశ్లేషణము (Mathematical Analysis), వివిధ ములైన జ్యామితులు (Geometries) మొదలగు గణిత శాస్త్ర శాఖలు సహజ సంఖ్యల స్థాయినుండి మొదలై అభివృద్ధి చెందుట ఇందుకు కారణము. ఐనను మరికొందరు సహజ సంఖ్యలకు, సంఖ్యా వాదానికి మధ్యమ స్థానాన్ని యిచ్చి సంబంధము, సమితులు, సమూహాలు, క్షేత్రాలు మొదలైన వాటి వాదాల (Theories) కూ, తర్కానికి ప్రాధాన్యమును యిచ్చి వీటినే గణితశాస్త్రానికి ప్రాతిపదికలుగా పరిగణిస్తారు. ఇది గత రెండు శతాబ్దాలుగా గణితశాస్త్రములో పొడసూపిన ఆధునికత, అరూపతల ప్రభావము. గణిత శాస్త్రమనే వంశవృక్షము తొట్టతొలిగా మానవునికి పరిచితములైన సహజ సంఖ్యల భావమునుండి అంకురించినది. కాలక్రమమున దానికి పటిష్ఠమైన వ్రేళ్ళు, ప్రాతిపదికలు, కలుగుటయేకాక కొందరు గణితజ్ఞులు విలక్షణములగు భావాలతో అంట్లు గట్టగా నూతనోపశాఖలతో చిగిర్చి వివిధ వృక్షములతో విరాజిల్లినది. ఈ విధముగా అంట్లు తొడుగగా ఆవిర్భవించిన యీ నవీన ఉపశాఖలకు ఊడలు దిగి, వ్రేళ్ళుప్రాకి, ప్రత్యేక ప్రాతిపదికలు కలిగినవి. అవి వేరు వేరు వృక్షముల వలె ప్రత్యేక రూప రేఖలను సంతరించుకొన్నవి.

ఈ సంతరించుకొనుటలో కొన్ని శాఖలకు తొలి మెదైన సంఖ్యాభావాల రూపురేఖలతో పోలికయే లేదు. ఇది వాని విశిష్టత. అందువలననే కొందరు, క్రానెకరు నుడివినట్లు, “దైవము అంకెలను సృజించెననియు తరువాతదంతయు మానవుని కార్యమే” అనియు భావించుట కద్దు.

ఇట్టి ప్రతిపత్తి కలిగియున్న సంఖ్యావాదము గణితశాస్త్రముయొక్క వివిధ శాఖలలో నొక ప్రధాన స్థానమును కలిగి, మానసికోల్లాసమును, ఉత్సుకతను కలిగించే ఎన్నో సమస్యలతో కూడి యున్నది. కొన్నింటిని వివరముగా తెలిసికొనుటకు క్లిష్టమైన గంభీరభావాలు అవసరమగును. కనుక మనకు కొంత అందుబాటులో ఉన్నవి, పేర్కొనదగినవి అయిన ఈక్రింది సమస్యలను గూర్చి మాత్రము చర్చించు కొందాము.

1. ప్రధానాంకాలు - వాటి విస్తరణ.
2. రీమాన్ ప్రతిపాదనము - ప్రధానాంక సిద్ధాంతము.
3. ఫెర్మా సంఖ్యలు-మెర్కినీ ప్రధానాంకాలు - పరిపూర్ణ సంఖ్యలు.
4. గోల్డ్బాచ్ సమస్య.
5. ఫెర్మా ఊహా సిద్ధాంతము-బీజీయ సంఖ్యా వాదము.

### 1. ప్రధానాంకాలు - వాటి విస్తరణ

1, 2, 3, 4, 5 ..... మొదలగునవి సహజ సంఖ్యలు. వీనినే ధనాంకాలు (Positive Integers) అని కూడా వ్యవహరిస్తారు. వీనిలో వీనికి కారణాంకాలు లేక భాజకాలు (Divisors) ఉన్నవి.

2 ను, 1, 2 మాత్రమే (నిశ్శేషంగా) భాగిస్తాయి. ఈ విధంగా ఏ ధనాంకము 1 చేతను, అదే సంఖ్య చేతను మాత్రమే భాగింపబడునో దానిని ప్రధానాంకము (Prime number) అంటారు. ఈ విధంగా ధనాంకాలలో ప్రధానాంకాలను నిర్వచిస్తాము. ఇవి 2, 3, 5, 7, 11 ..... మొదలగునవి. ప్రతి ప్రధానాంకానికి రెండే రెండు భాజకాలున్నవి. ప్రధానాంకాలు కానట్టి సహజ సంఖ్యలను సంయుక్త సంఖ్యలు (Composite numbers) అంటారు. ఉదా : 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12..... 1 కన్న పెద్దదైన ప్రతి సహజ సంఖ్యను ప్రధానాంకాల (ఘాతాల) లబ్ధిముగా ఏకైకంగా వ్రాయవచ్చు". దీనినే అంకగణిత మూల సిద్ధాంతము (Fundamental Theorem of Arithmetic) గా పేర్కొంటారు. ఉదా :  $2 = 2$ ;  $3 = 3$ ;  $4 = 2^2$ ;  $5 = 5$ ;  $6 = 2 \times 3$ ;  $7 = 7$ ;  $8 = 2^3$ ;  $9 = 3^2$ ;  $10 = 2 \times 5$ , ..... :  $225 = 3^2 \times 5^2$  ...;  $15625 = 5^6$ ;  $44100 = 2^2 \times 3^2 \times 5^2 \times 7^2$ ;  $57717 = 3^2 \times 11^2 \times 53$  ..... .

ఈ సిద్ధాంతాన్ని బట్టిచూస్తే వివిధ సహజ సంఖ్యల యొక్క గుణగణాలు, వాని ప్రత్యేకతా విశేషాలు, ఆసక్తిని కలిగించే విషయాలు. పరిశీలించి తెలుసుకొనుటకు ముందుగా కనీసము ఈ ప్రధానాంకాలను గూర్చి ఇవి ఏవిధంగా సహజ సంఖ్యలలో విస్తరించి ఉన్నవో మొదలగు వానిని గూర్చి తెలుసుకోవాలి కదా :

ఈ ప్రధానాంకాల సంఖ్య పరిమితము కాదు; అవి అనంత సంఖ్యాకములు (Infinitely countable). మనకు ఎంతపెద్ద ప్రధానాంకాన్ని యిచ్చినా అంతకన్న పెద్దదైన మరొక ప్రధానాంకాన్ని కనుక్కోగలమని నిరూపించవచ్చు. ఉదా. 2, 3, 5, 7, 11 మొదటి 5 ప్రధానాంకాలుకదా;

$(2 \times 3 \times 5 \times 7 \times 11) + 1 = 2311$  దీని కన్న పెద్ద ప్రధానాంకము. ఈ విషయాలు క్రి. పూ. 4వ శతాబ్దము (అంటే యూక్లిడు కాలము) నాటివి. అంతేకాదు;  $a, d$  లకు గ.సా.భా. 1 అయితే  $\{a + nd/n = 1, 2, 3, \dots\}$  సమాంతరశ్రేణి (Arithmetic Progression)లో అనంత సంఖ్యాకములైన ప్రధానాంకాలున్నవి. ఈ విషయాన్ని 1837 లో డిరిక్లేట్ (Dirichlet) ప్రస్తావించాడు. అంటే దీనిని వివరించుటకే రెండు సహస్రాబ్దాల పైగా పట్టినది. దీనికొరకు చాలా క్లిష్టమైన గణిత విశ్లేషణ భావాలు అవసరమైనవి. 1949-50 ప్రాంతములో ఈ ఫలితాన్ని ఎర్డోస్ (P. Erdos), A. నెల్సెన్ ప్రాథమిక భావాలతో నిరూపించగల్గారు.

ఇక ప్రధానాంకాలు సహజ సంఖ్యలలో విస్తరించిన తీరు ఎన్నో తేలని సమస్యలతో కూడియున్నది. వివిధ సంఖ్యల కారణలబ్ధాలను, ప్రధానాంకాల విస్తరణను తెలిపే పట్టిక లెన్నో పేర్కొనదగ్గ పుస్తకాలలో ప్రచురింపబడ్డాయి. (చూడండి: వ్యాసాంతమున పేర్కొనబడిన పుస్తకాలలో 8, 9, 10, 11, 12, 13)

$n = 23$  నుండి  $n$  కు,  $n + \frac{n}{4}$  ల మధ్య ఒక ప్రధానాంకము;  $n = 47$  నుండి  $n$ ,  $n + \frac{n}{8}$  ల మధ్య ఒక ప్రధానాంకము కలవు.

$n = 10^8$  దాటితే,  $n$  కి,  $n + \frac{n}{2}$  కి మధ్య సుమారు  $10^6$  ప్రధానాంకాలున్నవి. ప్రధానాంకముల విస్తరణ సరాసరిన క్రమబద్ధమైన దనియు, సునిశితముగా క్రమబద్ధము కానిదనియు చెప్పవచ్చును

$(p, p + 2)$  ప్రధానాంకద్వయాలు (Primitive twins),  $(p, p + 4)$ ,  $(p + 6)$ ,  $(p, p + 2, p + 6)$  రూపములలో ఉండే ప్రధానాంక త్రయాలు పరిమితములా? కాదా? ఇట్టి తేలని

సమస్యలెన్నో ఉన్నవి. ఈ సందర్భములో (3, 5, 7) మాత్రమే (p, p+2, p+4) రూపములో ఉండే ప్రధానాంక త్రయమనేదీ, n ధనాంక మయినప్పుడెల్లా, n వరుస సంయుక్త సంఖ్యలను కనుగొనగలమనేదీ గమనింపదగ్గ విషయాలు.

## 2. రీమాన్ ప్రతిపాదనము - ప్రధానాంక సిద్ధాంతము :

సంఖ్యావాదములో ప్రధానాంక సిద్ధాంతమున్నూ ఇంకను అపరిష్కృతమైన రీమాన్ ప్రతిపాదనము (Riemann Hypothesis) న్నూ పేర్కొనదగినవి, జటిలమైనవి అయిన విషయాలు. గణిత విశ్లేషణము (Mathematical Analysis) లోనూ సంఖ్యావాదములోనూ, చాల ప్రముఖపాత్ర వహించిన రీమాన్ పరిశోధక పత్రాన్నిగూర్చి (4)\* లో విశేషించి వ్రాయబడింది. ఒక దత్త ప్రమాణమగు x కన్న చిన్నచైన ప్రధానాంకాల సంఖ్యకు  $\pi(x)$  అనే సంకేతమును ఉపయోగిస్తాము. అప్పుడు “ $\pi(x) \sim \int_2^x \frac{dx}{\log_e x}$ ” అనే

అనంత స్పృశిక (Asymptotic) ఫలితము ప్రధానాంక సిద్ధాంతము. రీమాన్ గమనించిన విషయాలు దీన్ని అధిగమించేవి. ఈ సిద్ధాంతాన్ని రూపించడానికి దాదాపు 80 ఏండ్లు పట్టింది. హాడ్ మార్డు, మాన్ గోల్డ్, (Man Goldt), వాలీ పుసిన్ లు (Vallie-Poussin) 1887 ప్రాంతములోను, తరువాత ప్రాథమిక భావాలలో ఎర్డోస్, సెల్మెర్గలు, 1950 ప్రాంతములోను మరి ఇంక కొందరుకూడా దీనిని నిరూపించారు

$\zeta(s) = 0$  - అనే సంకేతంతో వ్రాయబడి రీమాన్ జీటా ప్రమేయము ఒక సంకీర్ణ చల

రాశి (Complex variable) యొక్క ప్రమేయము. దీనికి ప్రధానాంక సిద్ధాంతానికి సంబంధమున్నది. రీమాన్ ఈ క్రింది గంభీరమైన విశేషము ఊహించి సిద్ధాంతముగా ప్రతిపాదించినాడు. “సంకీర్ణ s - బిందువలంలో  $\zeta(s)$  మూలాలన్నీ

$$Rl(s) = \frac{1}{2} \text{ సరళరేఖపై ఉండుట సంభవము} ”$$

ఈ ప్రతిపాదనయందలి సత్యాసత్యములు ఇంకను అపరిష్కృతములు. దీనినిగూర్చి “ $\zeta(s)=0$  మూలాలలో కనీసము 3/5 వ వంతు నా  $Rl(s)=1/2$  పైన ఉండును” అనే N. తెవిన్స్ ఫలితము (1974) పేర్కొనదగినది.

## 3. ఫెర్మా సంఖ్యలు-మెర్సిని ప్రధానాంకాలు - పరిపూర్ణ సంఖ్యలు

ప్రధానాంకాలను మాత్రమే సాధించదగిన సులభమైన సూత్రాలు ఇప్పటికి లేవు. మధ్యయుగకాలంలో  $f(x)=x^2-x+41$ , (x ధనాంక మైనపుడల్లా) ప్రధానాంకాన్ని యిస్తుందని పొరపాటు పడ్డారు. కాని  $x=41$  అయినప్పుడు  $f(x)=41^2$  అవుతుంది. అంతేకాదు; ప్రతి బహుపదసమాసము సంయుక్త విలువలను పొందుతుంది.

n ధనాంకమయినపుడల్లా  $F_n = 2^{2^n} + 1$  ప్రధానాంకమవుతుందని ఫెర్మా (Fermat 1601- 1665) అనే ఫ్రెంచిగణిత శాస్త్రజ్ఞుడు పొరపాటు పడ్డాడు.  $F_1=5$ ;  $F_2=17$ ;  $F_3=257$ ,  $F_4=65,537$  ఇవి ప్రధానాంకాలు. కాని  $F_5$ ,  $F_6$  లకు భాజకాలు ఉన్నాయి. తరువాత ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్లు ఉన్నప్పటికీ, ఫెర్మా సిద్ధాంతముకన్న నిశితతరమైన వేరొక సిద్ధాంతమును నిర్ధారణగా కనుగొనలేక పోయారు. ప్రధానాంకాలయ్యే  $F_n$  లు పరిమితమో కాదో తెలలేదు. అయితే “p ప్రధానాంక మయినపుడు

(\*) ఇటుల బ్రాకెట్లలో యిచ్చిన సంఖ్యలు, వ్యాసాంతపు ‘పేర్కొనదగిన గ్రంథాల’లోని గ్రంథపు వరుస సంఖ్యను తెలుపును.

$p$  భుజములుగల క్రమబహుభుజిని స్కేలు, కంపాసులతో మాత్రమే నిర్మించ గలుగుటకు,  $p=2^2+1$  రూపంలో, అంటే, అది ఫెర్మా ప్రధానాంకముగా నుండుట అవశ్యకమును, సరియగునదియు (Necessary and Sufficient) అని గౌస్ (Gauss) నిరూపించెను.  $n$  సంయుక్తాంకము అయితే కూడా దీనిద్వారా ఈ నిర్మాణాన్ని గూర్చిన ఫలితమున్నది.

$p$  అనునది ఒకవిధపు ప్రధానాంకముయితే.  $M_p = 2^p - 1$  ప్రధానాంకమవుతుంది. అట్టి  $M_p$  లను మెర్కినీ ప్రధానాంకాలు అంటారు.  $p$  అనునది వేరొకవిధపు ప్రధానాంకముయితే  $M_p$  సంయుక్తాంకము అవుతుంది. ఈ రూపంలోని ప్రధానాంకాలను పరిశీలించినది మార్టిన్ మెర్కినీ (1588-1648). గత మూడున్నర శతాబ్దాలపైగా పరిశోధనల ఫలితంగా (అంటే 1974 సంవత్సరం మార్చి వరకు) తెలిసిన మెర్కినీ ప్రధానాంకాలు 24. ఇవి. ఈ క్రింది  $p$  విలువలకు లభిస్తాయి: 2; 3; 5; 7; 13; 17; 19; 31; 61; 89; 107; 127; 521; 807; 1279; 2203; 2281; 3217; 4253; 4423; 9689; 9941; 11213; 11987. వీనిలో అన్నింటికంటే పెద్దదైన  $2^{11937}-1$  లో 6002 స్థానాలున్నవి. దీనిని 1971 లో టక్కరుమాన్ కనుగొన్నాడు. ఇందులో ఆఖరు పన్నెండు  $M_p$  లు కంప్యూటర్లవల్ల సాధించబడ్డాయి. బహుశః ఇంకా పెద్ద  $M_p$  లు ఉండవచ్చునేమో! ఇవి అనంత సంఖ్యాకములో కాదో తెలియదు.

ఈమధ్య ప్రొ. జాక్ సెల్ఫ్ అడ్స్, ఆతని సహచరులు ఇటువంటి సమస్యలపై కృషిచేస్తున్నారు.

ఇవిగాక ప్రధానాంకాల సూత్రాల సరళీకరించిన ఫలితాలను - కొంత క్లిష్టమైన భావాలు కలవానిని - కొన్ని కనుగొన్నారు. ఉదా. (8, 16) లు చూడండి.

**పరిపూర్ణసంఖ్యలు (Perfect numbers) :**  
ఒక ధనాంకము  $n$  యొక్క ధనభాజకాల మొత్తాన్ని  $\sigma(n)$  సంకేతముతో వ్రాస్తాము.  $\sigma(n)=2n$  అయితే  $n$  ని పరిపూర్ణ సంఖ్య అంటారు. ఒక సరిసంఖ్య పరిపూర్ణ సంఖ్యఅయితే అది  $2^{n-1}(2^n-1)$  రూపములో  $2^n-1$  ప్రధానాంకముగా ఉంటుంది. అంతేకాక విపర్యయముగా  $2^n-1$  ప్రధానాంక మయినపుడల్లా  $2^{n-1}(2^n-1)$  ఒక పరిపూర్ణసంఖ్య అవుతుంది. అంతేకాక అందులో  $n$  ప్రధానాంకముగా వుండి తీరాలి. అంటే  $2^n-1$  మెర్కినీ ప్రధానాంకము కావాలి. ఈవిధంగా మెర్కినీ ప్రధానాంకాలకు సరి పరిపూర్ణ సంఖ్యలకు అవినిభావ ద్విగుణ సంబంధమున్నది. ఈ ఫలితము యూక్లిడు నాటిది. అందువల్ల మనకు ఇప్పటికి 24 సరి పరిపూర్ణ సంఖ్యలు తెలుసును. మొదటిది 6 =  $2^{2-1}(2^2-1)$ ;  $\sigma(6)=1+2+3+6=12$ ;

రెండవది :

$28=2^{3-1}(2^3-1)$ ;  $\sigma(28)=56$ . అయితే మెర్కినీ ప్రధానాంకాలు పరిమితములో కాదో తెలియమిచే సరి పరిపూర్ణసంఖ్యలు పరిమితమో కాదో తెలియదు.

అంతేకాదు. అనాటినుండి ఈనాటివరకు బేసి పరిపూర్ణ సంఖ్య ఉన్నదో లేదో తేలలేదు. దీనిని గూర్చిన పరిశోధనలలో బేసి పరిపూర్ణ సంఖ్య వ్యవస్థితమైతే  $10^{20}$  కన్న పెద్దదిగా వుండాలనీ, అది ఏ ఏ రూపాలలో నుండదో, ఏ యే రూపాలలో నుండవచ్చో వంటిఫలితాలు ఎన్నో ఉన్నాయి (చూ. 14, 15, 18). ఈ పరిశోధనా వాహినిలో ఇటీవల ఘాతపరిపూర్ణ సంఖ్యలు (Exponentially Perfect numbers) అనే వానిని యం. వి. సుబ్బరావు మొదలగువారు నిర్వచించి వీనిలో బేసిసంఖ్య లేదని నిరూపించి, ప్రతి ఘాతపరిపూర్ణ సంఖ్య 3 నకు గుణిజము అవుతుందని ఊహించారు



(చూ. 22). ఇట్లే ఇంకా వేర్వేరురకాల విశేషణాలతో పరిపూర్ణ సంఖ్యలవంటి సంఖ్యలను నిర్వచించి వానికి సంబంధించిన పరిశోధనలు చేస్తున్నారు.

**గోల్డ్ బాక్ సమస్య :**

“(2 కన్న పెద్దదైన) ప్రతి సరిసంఖ్యను, కనీసము ఒక విధముగానైనా, రెండు ప్రధానాంకాల మొత్తముగా వ్రాయవచ్చు” ననే ఊహసిద్ధాంతమును 1742 సంవత్సరములో ఆయిలర్ కు వ్రాసిన ఉత్తరంలో క్రిష్టియన్ గోల్డ్ బాక్ (1690-1764) వెల్లడించాడు. ఉదా.  $-4 = 2 + 2$ ;  $6 = 3 + 3$ ;  $8 = 3 + 5$ ;  $10 = 5 + 5 = 3 + 7$ ;  $12 = 5 + 7$ ;  $14 = 7 + 7$ ;  $16 = 3 + 13 = 5 + 11$ ;  $18 = 5 + 13 = 7 + 11$ ;  $20 = 3 + 17 = 7 + 13$ ;  $22 = 3 + 19 = 5 + 17 = 11 + 11$ ; ..... ఈ విధంగా చూస్తే ఈ ఊహసిద్ధాంతము నమ్మదగినదిగా ఉన్నది. కనీసము  $n \leq 33,000,000$  అయిన ప్రతి సరిసంఖ్యకు దీనిని సరిచూచారు. అయినా ఈ రెండున్నర శతాబ్దములకుపైగా ఇంకా ఇది నమ్మకగానే నిలిచిపోయి పూర్తిగా యథార్థమో, కాదో తేలలేదు. దీనిని నిరూపించే ప్రయత్నాలలో 1937 లో రష్యన్ గణితజ్ఞుడు, వినోగ్రడాఫ్ ఈక్రిందిఫలితాన్ని నిరూపించాడు “తగినంత పెద్దదైన ప్రతి బేసిసంఖ్యను మూడుగాని అంతకన్న తక్కువ సంఖ్యగాని కలిగిన ప్రధానాంకాల మొత్తముగా వ్రాయవచ్చును.” ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్ల ఉన్నప్పటికీ ఇంకా గోల్డ్ బాక్ సమస్య తేలలేదు. అయితే యీ వినోగ్రడాఫ్ పద్ధతులున్నూ, ఈ కోవకు చెందిన సమస్యలను సాధించేందుకు స్చిన్ రెల్ మాన్ (Schinrelmann) ప్రవేశపెట్టిన సంఖ్యాసమితులలో వివిధ ఉపసమితుల సాంద్రత (Density) పద్ధతులున్నూ ఎన్నో

నిర్దిష్టమైన పరిశోధనలకు దారితీశాయి. వినోగ్రడాఫ్ ఫలితాన్నిబట్టి తగినంత పెద్దదైన ప్రతి సరిసంఖ్యను నాలుగు ప్రధానాంకాల మొత్తముగాగాని అంతకన్న తక్కువసంఖ్యగల ప్రధానాంకాల మొత్తముగాగాని వ్రాయగలము అని చెప్పవచ్చును. కాని ఖచ్చితముగా రెండు ప్రధానాంకాల మొత్తముగా వ్రాయగలమని నిరూపించుటకు కుదరలేదు. కాలానుగుణములలో వివిధ గణితజ్ఞుల పరిశోధనాకృషి ఫలించి సమస్య పరిష్కరింపబడగలదని ఆశిద్ధాము.

### 5. ఫెర్మా తుది సిద్ధాంతము - ఖిజీయ సంఖ్యావాదము

ప్రసిద్ధమైన “ఫెర్మా ఊహ సిద్ధాంతము” లేక “ఫెర్మా తుది సిద్ధాంతము” అపరిష్కృతమైన సమస్యలలో ఒకటి. పాతశాల తరగతులలో నేర్చిన ప్రేభారగసు సిద్ధాంతము అందరకు తెలిసినదే. ఈ సిద్ధాంతముద్వారా  $x^2 + y^2 = z^2$  సమీకరణానికి అంకమూలములను కనుగొనుటకు వీలైనది. ఏ లంబకోణ త్రిభుజు భుజములైననూ ఈ సమీకరణానికి మూలాలు :  $(3, 4, 5)$ ,  $(5, 12, 13)$ ;  $(8, 15, 17)$ ;..... సార్వత్రికంగా (Generally)  $a, b$ , లలో ఒకటి సరిసంఖ్య, మరొకటి బేసి సంఖ్య అయిన వానికి, గ సా. భా. 1 అయితే,  $k$  ఏనహజసంఖ్య అయినా  $[\pm k (a^2 - b^2), \pm 2 kab, \pm k (a^2 + b^2)]$  అనేవి ప్రతాగరియ అంకత్రయాలు. ఇవి సమీకరణానికి (నిశ్శూన్య) అంకమూలాలనిస్తాయి. అంటే  $x = 3, y = 4, z = 5$ ;  $x = 5, y = 12, z = 13$ ; ..... అదేవిధముగా  $x = \pm k (a^2 - b^2), y = \pm 2 kab, z = \pm k (a^2 + b^2)$  ఈ సమీకరణానికి అంకమూలాలు. కనుక  $x^2 + y^2 = z^2$ కి నిశ్శూన్యాలయిన అంకమూలాలున్నాయి.

వెంటనే  $x^n + y^n = z^n$  కి,  $n$  ధనాంకము  $> 2$  అయితే, అంకమూలాలున్నాయా? లేవా? అనే జిజ్ఞాస ప్రతివానికి కలుగుతుంది. దీనిని పురస్కరించుకొని ఫెర్మా (Fermat) “ $n > 2$ కి, ఆ సమీకరణానికి నిఘ్నాన్యాలైన అంకమూలాలు లేవు” అని రూఢిగా ఒక వ్యాఖ్యగా ఒక పుస్తకపు యొక్క మార్జినులో వ్రాసి కొన్నాడు. తనకు ఉపపత్తి తెలిసినట్లు, చోటు అచ్చట చాలక వ్రాయనట్లు పేర్కొన్నాడు. అయితే దాని ఉపపత్తిని వేరెక్కడను, ఎప్పుడునూ వెల్లడి చేయలేదు. అందుచే అది సమస్య అయినది. వోల్ఫ్ కేల్ (Wolfkehl), అనే ధార్మిక పరుడు గాటింజన్ అకాడమీకి తన పీలునామాద్వారా దీనిని పరిష్కరించినవారికి ఇచ్చుటకు 100,000 జర్మన్ మార్కుల (సుమారు 1,60,000 రూపాయలు) బహుమానాన్ని అప్పచెప్పారు. కాని ఈ బహుమానాపేక్షతో వచ్చిన నిరూపణలేవీ సరిగాలేవు.

చివరకు ఈ పరిశోధనల మూలముగా ఆ ఊహా సిద్ధాంతానికి సరియైన ఋజువు ఫెర్మాకు తెలిసియుండుట కల్గగా పరిణమించినది: దీనికి కారణాలు : 1. సుమారు మూడు శతాబ్దాలుగా ఎందరో ప్రయత్నించినను దానిని పూర్తిగా నిరూపింపలేకపోవుట, 2. ఆ సమీకరణ మూలాలను పరిష్కరించే ప్రయత్నాలు, అంతకు మున్నెరుగని ఎన్నో లోతైన, నూతనములైన, క్లిష్టమైన, గణిత భావాలతో కూడిన బీజీయ సంఖ్యావాద సమస్యలకు దారి తీయుట. బీజీయ సంఖ్యా శ్రేణులలోని, బీజీయఅంకాల, ప్రధానాంకాల, ఘాతాల లబ్ధము ఏకైకమా? కాదా? అంకగణితముల సిద్ధాంతము ఆయా శ్రేణులలో ఎంతవరకు వర్తిస్తుంది? అనే ఇట్టి సమస్యల పరిష్కారముతో ఫెర్మా ఊహాసిద్ధాంతము ముడిపడియున్నది. గమనిక :- ఈ మూలసిద్ధాంతము కొన్ని శ్రేణులలో వర్తిస్తే కొన్నింటికి వర్తించదు. (చూ. 5, 6)

ఈ ఫెర్మాసిద్ధాంతాన్ని  $n = 3, 4, 5$ , లకు ఆయిలర్, టెరిష్టేట్, కొంతసులభమైన పద్ధతులలోనే, నిరూపించారు. మూలసిద్ధాంతము దృష్ట్యా, ఈ సిద్ధాంతాన్ని  $n = 4$ ,  $n =$  ప్రధానాంకము  $\geq 3$  లకు నిరూపిస్తే చాలు. ప్రస్తుతము ఈ సిద్ధాంతము  $n =$  సక్రమ (రెగ్యులర్) ప్రధానాంకాలనే తెగలోని ప్రధానాంకాలకు కనీసము  $n = p = 253, 747, 889$  అనే తొమ్మిది అంకెల సంఖ్య వరకును, మిగత ప్రధానాంకాలకు కనీసము  $p = 4001$  వరకున్న నిరూపించబడింది.

ఈమధ్య M. పేరిశాస్త్రి (విజయనగరము),  $p =$  మెర్సిని ప్రధానాంకముగాని, ఫెర్మా ప్రధానాంకముగాని అయినప్పుడు  $p, x, y, z$  ల గ. సా. భా. 1 అయ్యే అంక మూలాలు  $x^p + y^p = z^p$  కి లేవని నిరూపించిన విషయము గమనార్హము.

కాలానుగమనములో వివిధ గణితజ్ఞుల ప్రయత్నాలు, పరిశోధనలు ఫలించి ఈసిద్ధాంతమూ మిగిలిన ఆపరిష్కృత సమస్యలూ పరిష్కరింపబడ గలవని ఆశిద్ధాము.

—డా. వారణాసి వేంకటేశ్వర  
సుబ్రహ్మణ్య శాస్త్రి

### References : పేర్కొనదగిన పుస్తకాలు

1. Abbot, H. L. Etal-Quasi Perfect numbers, Acta Arithmetica 22. (1973)
2. Ayoub R. - Euler and the Zeta Function; Am. Math. Monthly.
3. Dickson L. E. - History of the Theory of Numbers; Vols. 1, 2, 3 (Chelsea)
4. Edwards H. M. - Riemanns Zeta function : Academic Press. (1974)

5. Frankel A. A. - Integers and Theory of numbers; Scripta Mathematica Studies No. 5. 1955
6. Gandhi J. M. - Formulae for nth Prime; Proc. Washington State University Council on Numbers Theory; Pullman. (1971)
7. Gillies D. B. - Three New Mersenne Primes and Statistical Theory; Mathematics of computation, 18. (1964)
8. Ingham A. E. - The Distribution of Prime numbers; Landon. 1932
9. Kavan. G. - Factor Tables. London. 1937.
10. Lehmer. D. N. - Factor Tables for the first ten Millions; Carnegie Institute; Washington. 1909.
11. .... List of Prime numbers from from 1 to 10,006,721; Carnegie Institute; Washington. 1915.
12. ... .. Scripta Mathematica. I (1933)
13. .... Amer. Mathematieal Monthly 40. (1933)
14. Mc Carthy P. J. - Odd perfect numbers; Scripta Mathematica 23. (1957)
15. Muskat. J. B. - On Divisors of odd perfect numbers; Math. of Comp. 20 (1966).
16. Mills. W. H. - Bulletin Am. Math. Soc. (1940)
17. Nicol C. A., Sefridge J. L. & Vandiver. H. S. - Proof of Fermat's Last Theorm for all Prime. exponents less than 4,002 Proc. Nat. Academy of Sciences 41. (1956)
18. Ore, O' - Number Theory and its History, Mc graw Hill. (1948)
19. Peri Sastri. M. - On Fermat's last Theorm; Am. Math. Monthly 75 (1965).
20. .... On Fermat's last Theorem; II Journal Maths. 265 (1974)
21. Shockley J. E. - Introduction to number theory; Holt Rinehalf and Winston (1967).
22. Strauss E. G. & Subba Rao M. V. - On Exponential divisors; Duke Math. Journal (1974).
23. Uspensky J. V. & Heaslett M. A. - Elementary Number Theory, London (1939).

## 18. ఆధునిక బీజగణితము

ఆధునిక బీజగణితము, సంఖ్యాత్మకములు వాటి మూలకాలుగల బీజీయ వ్యవస్థలను గురించి తెలిపెడు శాస్త్రము. సాంప్రదాయక బీజగణితానికి ఆధునిక బీజగణితానికి గల వ్యత్యాసము ముఖ్యముగా ఇదే. ఎందుకంటే, సాంప్రదాయక బీజగణితములోని మూలకాలు వాస్తవిక సంఖ్యలుగాని సంకీర్ణ సంఖ్యలుగాని అవుతాయి. ఒక విధంగా ఆధునిక బీజగణితము, బీజగణితాన్ని నూత్న రూపంలో తీర్చి సాంప్రదాయక బీజగణితంలోని ఫలితాలకు ఏకత్వము, సాధారణీ కరణము చేస్తుంది.

ఆధునిక బీజగణితపు మూల ఆదర్శమును ఒక బీజగణిత వ్యవస్థ  $A$  గా నిర్వచించవచ్చు. ఆవ్యవస్థ  $a, b, c$ , అనే మూలకాలుగల ఒక సమూహము,  $\otimes$  అనే పరిక్రియలను కలిగి ఉంటుంది. కొన్ని వ్యవస్థలలో ఒకటికన్న ఎక్కువ పరిక్రియలుకూడా ఉండటం సంభవము. ఉదాహరణకు  $(A \otimes)$  అనేది '  $\otimes$  ' పరిక్రియగాగల  $a, b, c, \dots$  లు మూలకాలున్న  $A$  సమితిగాగల ఒక ఆధునిక బీజగణితము. ఇట్టి విభిన్న బీజగణితాలను విభిన్న పరిక్రియల ద్వారా నిర్వచించ వచ్చును. కాని  $A \otimes$  బీజగణితంలో  $A$  ఏదైనా,  $\otimes$  ఎటువంటి పరిక్రియయైనా బీజగణిత ధర్మాలన్ని ఒకటియే. అన్ని బీజగణితాలలోను ముఖ్యంగా కనపడేవి రూపతా ధర్మాలు. రెండు సజాతీయ బీజగణితాల మధ్యగల ప్రతిసర్జనము ఒకటిగాని, అంతకు ఎక్కువగాని పరిక్రియలను యథాతథంగా ఉంచేటట్లయితే ఆ ప్రతిసర్జనాన్ని రూపత అంటారు.

పరిక్రియలు అనేకరకములు. ఒక పరిక్రియ, ఏక పరిక్రియ (Unary Operation) లేక యుగ్మ పరిక్రియ (Binary Operation) లేక త్రిక పరిక్రియ (ternary operation) కావచ్చును. ఒక సమితిలోని ఒక మూలకముపై పరిక్రియచెందే, పరిక్రియను ఏకపరిక్రియ అంటారు. సమితిలోని ప్రతి రెండు మూలకాలపై పరిక్రియచెందే పరిక్రియను యుగ్మ పరిక్రియ అంటారు. అట్లే సమితిలోని ప్రతి మూడు మూలకాలపై పరిక్రియ చెందే పరిక్రియను త్రిక పరిక్రియ అంటారు. ఒకటిగాని అంతకు ఎక్కువగాని ఏకపరిక్రియలు గల బీజీయ వ్యవస్థను ఏకీయ బీజగణితమంటారు. అట్లే యుగ్మ పరిక్రియగల బీజీయ వ్యవస్థను యుగ్మబీజ గణితమంటారు.

ప్రతి బీజీయ వ్యవస్థ, పరిక్రియానుగణముగా కొన్ని న్యాయాల ననుసరించు చుండవలెను. అట్టి న్యాయాలను స్వీకృతాలు (Postulates) అంటారు. సాధారణంగా అన్ని బీజీయ వ్యవస్థలకు ఉన్న స్వీకృతాలను ఈ దిగువ పొందుపరుస్తున్నాము.

P (1) సంవృతి న్యాయము :  $A$  అనే సమితిలోని మూలకాలపైగల పరిక్రియ యుగ్మ పరిక్రియ ఐతే, ఆ సమితిలోని ప్రతి రెండు మూలకాల మధ్య నున్న పరిక్రియకూడా, సమితిలోని మూలకమైతే,  $A$  సమూహము సంవృతి న్యాయాన్ని కలిగి యున్నదని చెప్పుతాము. అంటే  $a_1 a_2 \in A$ , అయితే  $a_1 \otimes a_2 \in A$ . అట్లే ఏకపరిక్రియ, త్రిక పరిక్రియల ననుసరించి సంవృతి న్యాయాన్ని నిర్వచించ వచ్చును.

## P (2) సాహచర్య న్యాయము :

ఒక సమితి A లోని ప్రతి మూడు మూలకాలు యుగ్మ పరిక్రియ  $\otimes$  తో ఈ క్రింది విధముగా పరిక్రియచెందితే A సమితి సాహచర్య న్యాయాన్ని కలిగి ఉన్నదని చెప్పతారు.  $a_1, a_2, a_3 \in A$  అయితే

$$a^1 \otimes (a_2 \otimes a_3) = (a_1 \otimes a_2) \otimes a_3.$$

## P (3) తత్వమరాశి అస్తిత్వము :

A అనే సమితియొక్క తత్వమ రాశి I అయితే.

$$a_1 \otimes I = I \otimes a_1 = a_1.$$

అనే న్యాయాన్ని సమితిలోని అన్నిమూలకాను పాటించాలి.

## P (4) విలోమ అస్తిత్వము :

A సమితిలో ప్రతి  $a_1 \in A$  నకు  $a_1^{-1} \in A$  అనేమూలకము ఉండి,  $a_1 \otimes a_1^{-1} = a_1^{-1} \otimes a_1 = I$  అయితే A సమితి విలోమ అస్తిత్వ న్యాయాన్ని పాటిస్తుందంటారు.

## P (5) స్థిత్యంతర న్యాయము :

A సమితిలోని ప్రతిరెండు మూలకాలు  $a_1, a_2$ లు

$a_1 \otimes a_2 = a_2 \otimes a_1$  గా ఉంటే, A సమితి స్థిత్యంతర న్యాయాన్ని కలిగి ఉందంటారు.

పై చెప్పిన న్యాయాలన్నీ ఒకే పరిక్రియపై ఆధారపడి ఉన్నాయి.

కాని ఈక్రింది న్యాయాలు రెండు పరిక్రియలపై ఆధారపడి ఉంటాయి.

## P (6) విభాగ న్యాయము

A అనే సమితిపై  $\otimes, \boxtimes$  అనునవి రెండు పరిక్రియలు. ఇవి రెండునూ యుగ్మ పరిక్రియలు. A సమితిలోని ప్రతి  $a_1, a_2, a_3$  మూలకాలకు  $a_1 \otimes (a_2 \boxtimes a_3) = (a_1 \otimes a_2) \boxtimes (a_1 \otimes a_3)$  గా ఉంటే A సమితి విభాగన్యాయాన్ని కలిగి ఉందంటారు.

## P(7) కుడింపు న్యాయము (Absorption law)

A సమితిలోని ప్రతి  $a_1, a_2, a_3$  మూలకాలకు

$$a_1 \otimes (a_1 \boxtimes a_2) = a_1 \boxtimes (a_1 \otimes a_2) = a_1$$

అయితే A, కుడింపు న్యాయాన్ని పొంది ఉంటుందంటారు.

ఏక బీజగణితము : A అనే సమితి  $\otimes$  అనే ఏకపరిక్రియతో P (1) న్యాయానికి లొంగి ఉంటే దానిని ఏకబీజగణితమంటారు. దీనిని (A,  $\otimes$ ) అని వ్రాస్తారు. ఉదాహరణకు N అను ఋణేతర (non - negative) పూర్ణాంకాల సమూహము  $\otimes$  అనే ఏకపరిక్రియను ఈ క్రిందివిధముగా నిర్వచిస్తే

$$\otimes (n) = n + 1, n \in N,$$

(N,  $\otimes$ ) బీజీయ వ్యవస్థ ఒక ఏకబీజగణితము. ఏకబీజగణితానికి ఇంకొక ఉదాహరణ యివ్వవచ్చు. దీనిని సవ్యబీజగణితము (Clock Algebra) అంటారు. M అనే సమూహములో 1, 2, 3, ..... m అనునవి m మూలకాలు. వీటిపై '⊠' అనేది ఏక పరిక్రియ. అది ఈ క్రింది విధంగా నిర్వచింపబడినది.

$$\boxtimes_m(k) = \begin{cases} k+1 & k \neq m \text{ అయితే} \\ 1 & k = m \text{ అయితే} \end{cases}$$

ఈ పరిక్రియతో (M  $\boxtimes$ ) అనేది ఒక ఏకబీజగణితము

(N $\otimes$ )(M,  $\boxtimes$ ) అనే ఈ రెండు బీజగణితాలమధ్య రూపతను నిర్వచింపవచ్చును. ఈ రూపతను  $\theta$  ప్రతి సర్జనముగా గుర్తించి

$$\theta : N \rightarrow M$$

తో సూచించితే  $\theta(n) = m, n \in N, m \in M$  అవుతుంది. ఈ ప్రతిసర్జనము  $\theta$ ,

$\theta(\otimes(s)) = \boxtimes(\theta(s))$ . ప్రతి  $s \in N$  అను ధర్మాన్ని పాటిస్తుంది. అందువల్ల  $\theta$  ఈ రెండు బీజగణితాలమధ్య ఒక రూపత అవుతుంది.

యుగ్మ బీజగణితాలు :

ఒక బీజీయ వ్యవస్థ. ఒకటిగాని, అంతకు ఎక్కువగాని యుగ్మపరిక్రియలతో రూపొంది ఉండే బీజగణితాలను యుగ్మబీజ గణితాలంటారు. యుగ్మబీజగణితాలు విరివిగా చర్చితములై ఉపయోగము అనువర్తనము చేయబడుతున్నాయి. ఈ బీజగణితాలు అనేక రకాలు. అర్ధసమూహము : (Semi group) S అనే సమితి  $\otimes$  యుగ్మ పరిక్రియతో P (1), P (2) న్యాయాలను పాటిస్తే, S ని అర్ధసమూహము అని (S,  $\otimes$ ) గా వ్రాస్తారు.

ఏకరూపి (Monoid) :

(S,  $\otimes$ ) అనే అర్ధసమూహము P (3) ను కూడా పాటిస్తే అది ఏకరూపి అవుతుంది. సమూహము (Group) : (S,  $\otimes$ ) అనే ఏకరూపి P(4) కూడా పాటిస్తే దానిని సమూహము అంటారు. అంతేగాక (S,  $\otimes$ ), P (5) న్యాయాను బద్ధమైతే దానిని ఎబీలియన్ సమూహము లేక స్థిత్యంతర సమూహమంటారు. ఒక సమూహములోని మూలకాలన్నీదానిలోని ఒక మూలకపు ఘాతాలుగా రూపించగల్గినచో దానిని చక్రియ సమూహమంటారు. ఈ ధర్మమువల్ల ప్రతి చక్రియ సమూహము స్థిత్యంతర సమూహ మవుతుంది. సమూహాలు, పరిమిత సమితులలో ప్రస్తారణవల్ల కూడా ఏర్పడుతాయి. అద్దైర్పర్థ సమూహములోని మూలకాలు ఒక ప్రస్తారణ యొక్క ఘాతాలు కావడంవల్ల ఆ సమూహము చక్రియ సమూహమవుతుంది. అంతేగాక S అనే సమూహములోని G అనే సమితి P (1), P (2), P (3), P (4), ధర్మాలను పాటిస్తే అది ఉపసమూహమవుతుంది. ఒక సమూహము, దాని ఉపసమూహములమధ్య ఉండే సంబంధము, సమూహపు సహసమితి, క్రమములద్వారా చర్చించడానికి వీలుఅవుతుంది. S సమూహముయొక్క ఉపసమూహము G.

(6)

G యొక్క కుడి సహసమితి అంటే S లోని a అనే మూలకంతో G లోని అన్నిమూలకాలపై తీసుకున్న కుడి గుణిజాల సమితి. అట్లే ఎడమ సహసమితులనుకూడా నిర్వచింపవచ్చును. S అనే సమూహములోని G యొక్క నిర్ణీత సహసమితుల సంఖ్యను సూచిక అంటారు. దీనినే S సమూహములో G యొక్క సూచన అనికూడా అంటారు.

ఒక సమూహముయొక్క క్రమమును దానిలోని మూలకాల సంఖ్యగా నిర్వచిస్తారు. సమూహము లోని మూలకాలు పరిమితమైతే ఆ సమూహాన్ని పరిమిత సమూహ మంటారు. అటులగాకపోతే దానిని అపరిమిత సమూహమంటారు. సమూహముల క్రమంతో, వాటి ఉపసమూహముల క్రమానికిగల సంబంధాన్ని, క్రమము పరిమితమైనపుడు, రూపించే సిద్ధాంతమును లెగ్రాండ్ సిద్ధాంత మంటారు. దీని ప్రకారం ఒక పరిమితమైన సమూహముయొక్క క్రమమునకు, దాని ప్రతి సహసమూహముయొక్క క్రమము భాజకము అవుతుంది. దీనికి ఉపసిద్ధాంతంగా, పరిమిత సమూహములోని మూలకాల క్రమము కూడా, సమూహపు క్రమముయొక్క భాజకమని నిరూపింపవచ్చును, అభాజ్య క్రమముగల ఒక సమూహము ఎప్పుడూ చక్రియ సమూహమని దీనికి శుద్ధ ఉపసమూహము లుండవనికూడా నిరూపించవచ్చును.

సమూహమునకు ఉదాహరణ : శూన్యము, ధన ఋణ సంఖ్యలు మూలకములుగా కలిగినట్టి సమితి సంకలనము పరిక్రియగా, స్థిత్యంతర సమూహమవుతుంది. కాని యిది చక్రియ సమూహముకాదు.

రెండు సమూహముల మధ్య రూపత చాల ముఖ్యమైన చర్చనీయాంశము. రూపతలతో

ముఖ్యమైనది తుల్యరూపత.  $G, G^1$  అనే రెండు సమాహాలు తుల్యరూపత కలియున్నచో వాటి మధ్యనున్న ప్రతిసర్జనము 1-1 అనురూపత కలిగి వున్నదన్నమాట. ఒక సమాహము యొక్క ఉపసమాహములన్నింటిలో అభిలంబ ఉపసమాహములు ముఖ్యములు.  $S$  సమాహములోని  $G$  ఉపసమాహము అభిలంబ ఉపసమాహము కావాలంటే  $G$  లోని ప్రతిమూలకము  $g$ ,

$$g^{-1} \otimes S \otimes g = S.$$

ధర్మాన్ని పాటించాలి

### వలయము (Ring)

$A$  అనే బీజీయ వ్యవస్థ వలయము కావాలంటే, అవి సంకలనపు పరిక్రియతో స్థిత్యంతర సమాహము, గణనపు పరిక్రియతో ఆర్థసమాహము అవుతూ,  $P$  (6) న్యాయాన్ని వరుసగా గుణన సంకలన పరిక్రియలతో పాటించాలి.  $A$  వలయము  $P$  (5) న్యాయానుబద్ధమైతే దానిని స్థిత్యంతర వలయమంటారు. రెండు వలయాలను పోల్చడానికి రూపత అవసర మవుతుంది.

### క్షేత్రము (Field)

ఒక వలయము స్థిత్యంతరమై దానిలోని శూన్యేతర మూలకాలు గుణన పరిక్రియతో సమాహమైతే, ఆ వలయము క్షేత్రమవుతుంది. రెండు క్షేత్రాలను పోల్చడానికి రూపత అవసరము.

### సదిశాంతరాళము (Vector Space)

$F$  క్షేత్రమువైగల  $V$  అనే సదిశాంతరాళము సదిశలు మూలకాలుగా గల ఒక సమితి.  $V$  లోని మూలకాలను సదిశలనీ,  $F$  లోని మూలకాలను అదిశలనీ, అంటారు.  $V, F$  పైని సదిశాంతరాళము కావాలంటే ఈ క్రింది న్యాయాలను పాటించాలి  $\alpha, \beta \in V$  అయితే  $\alpha + \beta$

( $\alpha$  సదిశ,  $\beta$  సదిశల మొత్తము)  $V$  లో ఒక ఏకైక సదిశ.  $\alpha \in \beta, C \in F$  అయితే  $C\alpha \in V$  అంతేకాకుండా (1) సంకలనము పరిక్రియగా  $V$  ఒక స్థిత్యంతర సమాహము (ii).  $C(\alpha + \beta) = C\alpha + C\beta$  (iii).  $C_1 C^1 \in F$  అయితే  $(C + C^1) \alpha = C\alpha + C^1 \alpha$  (iv)  $(CC^1) \alpha = C(C^1 \alpha)$  (v)  $1 \alpha = \alpha$

### బూలియన్ బీజగణితము

$B$  అనే సమితిలో  $\wedge$  మరియు  $\vee$  అనే రెండు యుగ్మ పరిక్రియలు నిర్వచింపబడి ఈ క్రింది ధర్మాలను పాటిస్తే దానిని బూలియన్ బీజగణితమంటారు.  $a, b, c, \dots$  లు  $B$  లోని మూలకాలయితే

$$(i) a \vee a = a \wedge a = a$$

$$a \wedge b = b \wedge a$$

$$a \vee b = b \vee A$$

$$a \wedge (b \wedge c) = (a \wedge b) \wedge c$$

$$a \vee b (\vee c) = (a \vee b) \vee c$$

$$(ii) a \wedge (a \vee b) = a \vee (a \wedge b) = a$$

(iii) ఈ పరిక్రియలు పరస్పరము విభాగ న్యాయానుసరణములు

$$(iv) B \text{ లో } O, I \text{ అనే మూలకాలు}$$

$$O \wedge a = O, O \vee a = a$$

$$I \wedge a = a, I \vee a = I$$

అగునట్లు వుంటాయి

$$(v) B \text{ లోని ప్రతి మూలకమునకు}$$

$$a' \text{ అనే పూరకము } B \text{ లోనే ఉంటూ}$$

$$a \wedge a' = 0$$

$$a \vee a' = I$$

గా వుంటాయి.

ఇంతవరకు చెప్పిన బీజగణితాలు ఒక రకమైతే, పాక్షిక క్రమముగల సమితులపై

నిర్మింపబడ్డ బీజగణితాలు, వేరొక రకంగా ఉంటాయి. వాటిలో ముఖ్యమైన లాటిస్ను గురించి తెలుసుకుందాము. ఒక సమితిలో పాక్షికక్రమము ఒక యుగ్మపరిక్రియ. దీనిని  $S$  సంకేతంతో వ్రాస్తారు. ఈ యుగ్మ పరిక్రియ పాక్షిక క్రమము కావాలంటే, అది స్వసమతా, అసౌష్టవ, సంక్రమ న్యాయాలను కలిగి వుండాలి.  $S$  ఒక సమితి. అందరి ప్రతి  $x, y, z$  మూలకాలు.

- (i)  $x \leq x$  స్వసమతాన్యాయము
- (ii)  $x \leq y, y \leq x$  అంటే  $x = y$  కావాలి ఇదే అసౌష్టవ న్యాయము.

(iii)  $x \leq y, y \leq z$  అయితే  $x \leq z$ . సంక్రమ న్యాయముగా ఉంటే  $S$  సమితి పాక్షిక క్రమబద్ధము.

ఈ  $S$  అనే పాక్షిక క్రమసమితిలో ప్రతి రెండు మూలకాల గరిష్ఠ దిగువ హద్దు,  $\wedge$  పరిక్రియగా; ప్రతి రెంటి కనిష్ఠ ఎగువ హద్దు  $\vee$  పరిక్రియగా తీసుకున్నప్పుడు,  $S$  ఒక బూలియన్ బీజగణితమైతే అది లాటిస్ అవుతుంది. ఈ రకమైన బీజీయ వ్యవస్థలు కంప్యూటర్లలోను కోడింగ్ శాస్త్రము లోను విరివిగా అనువర్తితా లవుతున్నవి.

— డా. నిలభద్రపాత్రుని కేశవరావు.

## 19. పరివర్తన కలన గణితము

సుమారు మూడువందల సంవత్సరాల క్రితం ఆవిర్భవించి, భౌతికశాస్త్రజ్ఞులను, ఆకర్షించి వారిచే చిరకాలం చెప్పకోదగిన నూత్నాంశాలను పరిశోధింపజేసిన పాఠ్యభాగము పరివర్తన కలన గణితము (Calculus of Variations). పదునేడవ శతాబ్ది ప్రారంభంలో గణితజ్ఞులు, వారికి అందుబాటులో నుండిన అపరిష్కృత వైశ్లేషిక పద్ధతుల మీద మాత్రమే ఆధారపడి, పరివర్తన కలన గణితంలోని క్లిష్ట సమస్యలనుకూడా ప్రతిపాదించి సాధించడానికి పూనుకొన్న విషయం ప్రశంసనీయము. జాన్ బెర్నౌలీ (John Bernoulli : 1667-1748) ప్రతిపాదించిన కనిష్ఠ కాల సమస్య (Brachistochrone Problem) తో క్రమబద్ధంగా పరివర్తన కలన గణితాధ్యయనం ప్రారంభమైనదని సాధారణంగా అందరు అంగీకరిస్తారు. క్రీ. శ. 1689 లో న్యూటన్ తన ప్రిన్సిపియా (Principia) లో ఈ సమస్యను ప్రకటించినాడు.

కాని ఆ ప్రకటన అతి క్లుప్తంగానూ చాలా అలవోకగానూ జరిగింది. క్రీ. శ. 1690లో గలీలియో తలపులలో కొద్దిగానో గొప్పగానో ఈ కనిష్ఠకాల సమస్య ఉండినట్లు మనం ఖచ్చితంగా చెప్పవచ్చు.

శీర్షతలంలో వృత్త చాపం మీదుగా ఒక కణం క్రిందికి దిగటానికి పట్టే కాలాన్ని, అదే చాపంలో అంతర్లిఖితమైన బహుభుజుల మీదుగా దిగటానికి పట్టేకాలంతో, గలీలియో పోల్చినాడు. జాన్ బెర్నౌలీ ప్రచురించిన రెండు పరిశోధక వ్యాసాలు ఆయిలర్ (Euler : 1707-1783) మహాశయుని పరిశోధనలకు నాందీభూతములయినాయి. ఆధునిక పరివర్తన కలనగణితంలోని తొలి ముఖ్య సిద్ధాంతాలను ప్రతిపాదించిన మహా గణితజ్ఞుడు ఆయిలర్.

ఈ శతాబ్ది తొలి రోజులలో బోల్జా (Bolza) సమస్య ప్రతిపాదితమై విశ్లేషింపబడినప్పుడు,



పరివర్తన కలన గణితంలోని పెక్కు సమస్యలు పరిష్కారమై పోయినట్లును, సిద్ధాంత రీత్యా వాటి సాధన మార్గములు ఆవగతములైనట్లును, అనిపించి తత్ఫలితంగా ఈ శాఖమీద గణితజ్ఞుల ఆసక్తి సన్నగిల్ల సాగింది. కాని గడచిన దశాబ్దంలోనో అంతకు కొద్ది క్రితమో ఈ శాఖమీద గణితశాస్త్రజ్ఞుల ఆసక్తి ఎక్కువయినది. దీనికి కారణాలు లేక పోలేదు. అంతరిక్ష పరిశోధనలకు (Space Technology) కావలసిన కొత్త కొత్త అంశాలు, అతి వేగంతో గణన ప్రక్రియలను సాగించే కంప్యూటర్ల అవతరణ, కొత్తగా అభివృద్ధి చెందిన గణితీయ ఆల్గోరిథములు (Algorithms) వగైరాలు ఈ ఉద్దీపనకు కారణాలు.

పరివర్తన కలనగణితం చర్చించే సమస్యలేవో స్థూలంగా తెలుసుకోవాలంటే ఈ క్రింది విధంగా వివరించుకోవచ్చు. ప్రాథమిక కలన గణితంలో వాస్తవ రేఖా సమితిలోని ఉపసమితులమీద నిర్వచితములైన వాస్తవ విలువలుగల ప్రమేయాలను (Real valued functions) చర్చిస్తాము. స్వతంత్ర చలరాశి తీసుకునే ప్రతి విలువతో ప్రమేయం ఒక వాస్తవ సంఖ్యను జతపరుస్తుంది. గరిష్ఠ, కనిష్ఠ విలువల చర్చతో, ఏ ఏ స్వతంత్ర చలరాశి విలువలకు ప్రమేయము కనిష్ఠ, గరిష్ఠ మూల్యాలను తీసుకోంటుందో కనుక్కొంటాము. అటువంటి సమస్యలనే పరివర్తన కలనగణితంకూడా చర్చిస్తుంది. రెండింటికీ ఒక్క భేదం మాత్రం కద్దు. పరివర్తన కలన గణితంలో ప్రమేయ క్షేత్రము (Domain of the Function) అన్ని ప్రమేయాల సమితిలో ఒక ప్రత్యేక ఉపసమితి. కనుక పరివర్తన కలన గణితాన్ని విస్తృతీకరింప బడిన గరిష్ఠ, కనిష్ఠ మూల్యగణనం చేసే గణిత విభాగమని పేర్కొనవచ్చు.

విచలన (పరివర్తన) విధానము (Technique of Variations) అనే ఒక విశిష్టమైన పద్ధతిని

ఉపయోగిస్తున్నాము గనుక దీనిని పరివర్తన కలన గణితమని పిలుస్తున్నాము. క్రింది ఉదాహరణలు ఈ దృక్పథాన్ని స్పష్టం చేస్తాయి. P, Q అనే రెండు బిందువుల మధ్య కనిష్ఠ దూరాన్ని నిర్ణయించే సమస్య పరివర్తన కలన గణిత సమస్యలలో నెల్ల అతి సులభమైనది.

ఈ రెండు బిందువులు సమతలమందలి వైనచో వాటిని కలిపే చాప రేఖా సమీకరణాన్ని

$$y = y(x); x_1 \leq x \leq x_2 \quad (1.1)$$

$$y(x_1) = y_1; y(x_2) = y_2 \quad (1.2)$$

అని తీసుకొనవచ్చు. రెండు బిందువులను కలిపే చాపపు పొడవు

$$L = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} \cdot dx \quad (1.3)$$

L కు కనిష్ఠ మూల్యాన్ని కనుక్కోవటం ప్రస్తుత సమస్య. L పరతంత్ర చలరాశి. (1.2) నియమాలను చెల్లించే y(x) ప్రమేయాలన్నీ పరతంత్ర చలరాశి L కు క్షేత్రము అవుతాయి. రెండు బిందువులను కలిపే చాపము సరళరేఖ అన్నది వాంఛిత ఫలితమని నిరూపించవచ్చును. ఇట్లాంటి చాపరేఖ L పొడవు కనిష్ఠము.

P, Q లు సమతలముపైగాక మరే ఇతర ప్రదేశమందలి రెండు బిందువులలో ఐనచో, వాటిని కలుపు కనిష్ఠ చాపరేఖ సరళరేఖ కాదు. ఇట్టి కనిష్ఠ చాపరేఖలను “జియాడెసిక్స్” అంటారు. ఉదాహరణకు P, Q లు ఒక గోళముపైని బిందువులనుకొందము. ఆ బిందువులు, గోళముయొక్క కేంద్రములతో ఏర్పడు సమతలము, ఆ గోళము పరస్పరముగా ఒక వృత్తమునందు ఖండించుకొనును. P, Q లు ఈ వృత్తముపై నుండును. అనగా P, Q లు వృత్తమును రెండుగా విభజిం

చును. జియాడెసిక్ ఈ రెంటిలోని చిన్న వృత్త చాపము.

## 2. కనిష్ఠ పరిభ్రమణతలాల సమస్య (Minimal Surfaces of Revolution)

ఇది జ్యామితీయము, యాంత్రిక సంబంధముగా అయిన సమస్య. వృత్తాకారంగా ఉన్న ఒక తంతుని సబ్బునీళ్ళలో ముంచి, పైకి తీసినపుడు వర్తలాకారమైన పల్కరానికి మల్లే తంతు పరిధిగా ఒక సబ్బుపొర ఏర్పడుతుంది. మరో చిన్న వృత్తాకార తంతుని, మొదటి తంతులో ఏక కేంద్రంగా ఉండే టట్టు దాని సమతలములో సబ్బు పొరను తాకుతూ అమర్చి, తరువాత ఆపొరకు సమాంతరంగా రెండు తంతులను కొద్దిగా విడదీసినప్పుడు, ఈతంతులను కలుపుతూఉన్న సబ్బు పొరలో ఒక తలం ఏర్పడుతుంది. సబ్బు పొరకుగల స్థితి స్థాపక (Elastic) ధర్మాలు ఆధారంగా పై ప్రయోగంలో ఏర్పడిన వక్రతలము, కనిష్ఠ వైశాల్యము కలిగి వుంటుందని చూపవచ్చు. గణితీయంగా ఈ సమస్యను క్రింది విధంగా ప్రతిపాదించవచ్చు.

$y = y(x)$  వక్రాన్ని  $x$  - అక్షం మీదుగా పరిభ్రమింప చేస్తే ఏర్పడే భ్రమణతలపు వైశాల్యం  $S$  అనుకొందాము.  $P(x_1, y_1), Q(x_2, y_2)$  బిందువులు వక్రము మీదివి.

$$y(x_1) = y_1; y(x_2) = y_2 \quad (2.1)$$

పరిభ్రమణ తలపు వైశాల్యానికి సూత్రము :

$$S = 2\pi \int_{x_1}^{x_2} y(x) \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \quad (2.2)$$

ఇక్కడ  $S$  పరతంత్ర చలరాశి. (2.1) నియమాంశు చెల్లించే అనేక  $y(x)$  వక్రాలు దీని క్షేత్రం అవుతాయి.  $S$  ను కనిష్ఠీకరించే ఒకానొక వక్రము

$y_1(x)$  ఉంటుంది. ఈ వక్రము  $P, Q$  ద్వారా గీయబడ్డ మాలావక్రము (Catenary) అని చూపవచ్చు.

ఈ రెండు సమస్యలు జ్యామితీయములు. యాంత్రిక శాస్త్ర దృష్ట్యా ఏర్పడినది ఈ క్రింది సమస్య.

## 3. కనిష్ఠ కాల సమస్య: (Brachistochrone Problem)

$$P(x_1, 0), Q(x_2, y_2),$$

$$x_1 \neq x_2, y_2 > 0 \text{ అయిన}$$

రెండు బిందువులు.  $P, Q$  లు శీర్షతలములోనివి.  $y$  - అక్ష ధనదిశ ఆధోముఖము.  $P, Q$  లను కలిపే మృదు వక్రము మీదుగా ఒక ద్రవ్యబిందువు రాపిడివలన నిరోధకములేక  $P$  నుంచి  $Q$  కి గురుత్వ కారణంగా జారుతూ ఉన్నదనుకొందాం.  $P, Q$  లను కలిపే అనేక వక్ర పథాలలో ఏ పథానైనా తీసుకొని ద్రవ్య బిందువు పయనించవచ్చు. కనిష్ఠ కాలంలో పయనం ముగియడానికి ఏ వక్రపథం ద్వారా పయనించాలో కనుక్కోవలె. రెండు బిందువులను కలిపే ఒక వక్రము  $y=y(x)$  అయితే, పయన కాలము  $T$  ని కనుక్కోవడానికి సూత్రము

$$T = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}{2gy}} dx \quad (3.1)$$

$g$  - గురుత్వాకర్షణ త్వరణము :  $T$  కనిష్ఠ మవటానికి  $y(x), P, Q$  ల ద్వారా గీయబడిన వక్రజము (Cycloid) అని చూపవచ్చు.

మూలము : డా. జి. బీ. కార్నావు

తెనుగు : డా. విశ్వనాథ అరుణాచలం

### పఠనీయ గ్రంథాలు

- G. A. BLISS; Lectures on the Calculus of Variations; University of Chicago Press; Chicago, 1946.
- O. BOLZA: Lectures on the Calculus of Variations; Dover pub. 1961
- P. CICLA : An Engineering Approach to the Calculus of Variations; 1946
- A. R. FARSYTH : Calculus of Variations ; Dover Publications ; 1960.
- M. R. HESTENES : The Calculus of Variations and Optimal Control Theory; John Wiley & sons ; 1966.

- S. H. GOULD : Variational methods for Eigen Value Problems ; Univ. of Toronto Press ; 1957.
- F. D. MURNAGHAN : The Calculus of Variations Spartan Book; Washington. D. C. 1962.
- I. A. PARS : An Introduction to the Calculus of Variations ; John Wiley & sons ; 1963.
- H. SAGAN; Introduction to the Calculus of Variations ; Mc. Graw Hill Company ; 1969.

## 20. టెన్సరు కలనము

క్రీ. శ. 1900 లో రిక్కి, లెవి సివిటా (Ricci and Levi Civita) అనే ఇరువురు ఇటలీదేశపు గణితజ్ఞులు టెన్సరు కలనం మీద ఒక ప్రసిద్ధమైన రచనను వెలువరించినారు. ఈ రచన టెన్సరు కలన ప్రయోగముల దృష్ట్యా గణితజ్ఞుల, భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల ఆలోచనలను తీవ్రతరం చేసింది. టెన్సరు కలనం లేకుండానట్లయితే ఐన్ స్టీన్ (Einstein) సాపేక్ష సిద్ధాంతము వెలువడేది కాదేమో! మరో దృష్ట్యా సాపేక్ష సిద్ధాంతం, టెన్సరు కలన అధ్యయనానికి తత్ప్రయోగ ప్రాధాన్య నిరూపణకు, ఎంతో దోహదకారి అయింది. ఈనాడు ఆధునిక సైద్ధాంతిక భౌతికశాస్త్ర బోధనకు టెన్సరు కలనము ఒక ముఖ్య ఉపకరణంగా పరిణమించినది. ఆధునికశాస్త్ర విజ్ఞానంలో, ఇంజనీరింగు చదువులలో, టెన్సరు విశ్లేషణము, సదిశా కలనముల ప్రయోజనము ఎంతో ఉన్నది.

ప్రాథమిక సదిశా భావనలను, బీజగణితీయ ప్రక్రియలను సార్వత్రికరించగా లభించిన శాస్త్రమే, టెన్సరు బీజగణితము. ఒక సంఖ్య (ధన, ఋణ, శూన్యములలో ఏదైనా ఒకదాని)చే సూచితమైన రాశిని అదిశ (Scalar) అంటాము. ద్రవ్యరాశి, సాంద్రత, ఉష్ణోగ్రత, మొదలైనవి అదిశలు. పరిమాణ సూచకమైన సంఖ్య మాత్రమే సరిపోక రాశిని సూచించేందుకు దిశా సంకేతం కూడా కావలసి వచ్చినపుడు అట్టి రాశిని సదిశ (Vector) అంటాము. వేగము, త్వరణము, బలము మొదలైనవి ఇట్లాంటి రాసులు. అదిశల కన్నను, సదిశల కన్నను నిర్మాణంలో క్లిష్టతగల రాసులు కూడా ఉన్నాయి. 'వాటినే టెన్సరులు అంటారు.

మనము అనేక రాసులను చర్చిస్తా మనుకొందాము. వాటి మధ్య పరస్పర పరిమాణ సంబంధాలను నిర్ణయించవలెనుననుకోండి. దీనికి ఒక నిరూపకాక్ష ఫలకము అవసరము. ఒకానొక అక్షఫలకంలో ఒక రాశిని పూర్తిగా నిర్ణయించే సంఖ్యలను ఆ రాసియొక్క అంశములు, శకలములు లేదా విభాగములు (Components) అందాము. కాబట్టి అదిశకు ఒకే అంశము వుంటుంది. త్రిపరిమాణావకాశంలో ఒక సదిశకు మూడు అంశాలుంటాయి. కనుక అక్షఫలక ప్రసక్తి లేక, ఒక అదిశను నిర్ణయించడానికి ఒక సంఖ్య, సదిశను నిర్ణయించడానికి మూడు సంఖ్యలు కావలె. కనుక దెన్నరును నిర్దేశించడానికి అనేక సంఖ్యలు కావలె. ఉదాహరణానికి స్థితి స్థాపకగుణం (Elasticity) కల ఒక వస్తువులో ఒకానొక బిందువు వద్ద విరూపత (Deformation) ను నిర్ణయించడానికి 27 సంఖ్యలు అవసరము. అదిశా నిర్ణయానికి  $3^0 (=1)$  సంఖ్య అవసరము గనుక అదిశను సున్నారేంకు (Rank) దెన్నరు అని, సదిశకు  $3^1 (=3)$  సంఖ్యలు కావలె గనుక సదిశను ఒకటవ రేంకు దెన్నరు అని అంటాము - ఏదైనా ఒకరాశిని  $3^2$  అంటే 9 అంశాలచేత నిర్దేశించినప్పుడు, ఆ రాశి రెండవ రేంకు దెన్నరు అవుతుంది. అట్లాగే ఒకరాశిని  $3^3$  అంటే 27 శకలాలచే నిర్ణయించినపుడు అది మూడవరేంకు దెన్నరు అవుతుంది - సార్వత్రికరించినపుడు ఒక త్రిపరిమాణావకాశంలో  $n$  వ రేంకు దెన్నరునకు  $3^n$  అంశాలు ఉండవలె.

వివిధ నిరూపకాక్ష సరళి దృష్ట్యా ఒకానొకరాశి, దాని శకలముల విలువలు మారుతూ వుంటాయి. ఉదాహరణకు, ఒక అక్షఫలకం దృష్ట్యా వృత్తంగా కనపడే వక్రము మరొక అక్షఫలకం దృష్ట్యా దీర్ఘ వృత్తంగా మారవచ్చు. ఈ మార్పు ఒక నిరూపకాక్ష శకలములు, ఇంకో నిరూపకాక్షాల దృష్ట్యా ఎట్లా పరివర్తన మౌతాయో ఆ సూత్రాలపైన ఆధారపడుతుంది; ఇంకా మనం చర్చించే రాశిలక్షణం మీదకూడ ఆధార పడుతాయి ఈ పరివర్తన సూత్రాలు - అంటే అదిశకు ఒక సూత్రము, సదిశకు ఒక సూత్రము. ఇట్లాగా రాశియొక్క లక్షణం మీద ఆధారపడుటయే గాకుండా, వివిధ అక్ష ఫలకాలుండే అవకాశం మీద కూడా ఆధారపడి ఉంటాయి. రాసులను సంఘటనలను నిర్దేశించటానికి ఒక సమరూప సర్పారక (homogeneous and isotopic) అవకాశంలోని అన్ని నిరూపకాక్ష ఫలకాలు పరస్పరం తుల్యములు అనుకొందాము. అంటే ఏ అక్ష ఫలకాన్ని ఎన్నుకొన్నామన్నది అంత ముఖ్యమైనది కాదు. దేనినైనా తీసుకోవచ్చు. రాసులను వివరించే సూత్రాలు నిరూపకాక్ష ఫలక నిర్ణయం మీద ఆధారపడవు. రాసులకుండే, ఈ స్వతంత్రత, రాసుల అంశములను, ఒక అక్షఫలకం నుండి ఇంకో అక్షఫలకానికి పరివర్తన చేసేటందుకు - విలక్షణమైన సూత్రాలుంటాయని మనకు ముందుగానే చెబుతుంది. అట్లాగే ఒక అక్షఫలకం నుండి, ఇంకో అక్షఫలకానికి రాశి అంశాలు నియమిత పద్ధతిలో పరివర్తన మైనప్పుడు ఆ రాసులన్నీ వర్గీకరింప బడి దెన్నరు లన్న పేరుతో వ్యవహరింప బడతాయి. వివిధ రేంకుల దెన్నరులు వివిధ పరివర్తన సూత్రముల కధీనములై ఉంటాయి.

ఇక చర్చించబోయే విషయాలను అర్థం చేసుకునేందుకు పాఠకునికి సదిశా బీజగణిత, కలనముల ప్రాథమిక జ్ఞానము అవసరము. సంకలన సమామ్నాయమును (Summation convention) బాగా ఉపయోగిస్తాము. అనగా ఒకానొక సమానంలో సంకేతము రెండుసార్లు పునరుక్తమైతే అది సంకలనాన్ని సూచిస్తుంది. ఈ సంకలక దైర్ఘ్యము అవకాశ పరిమాణానికి సమానము. ఉదాహరణకు ఒక త్రిపరిమాణావకాశంలో  $T^\alpha p_\alpha$  అంటే  $T^1p_1 + T^2p_2 + T^3p_3$  అనుకోవలె. ఇక్కడ  $T, p$  లు ఏవి అన్నది అప్రస్తుతము. చల నిరూపకాలు (Current Co-ordinators)  $x, y, z$  కాక,  $x^1, x^2, x^3$  అని సూచిస్తాము. అక్షముల

మీది ఆధారసదిశలను (Basic Vectors)  $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ , అని పేర్కొంటాము. త్రిపరిమాణాత్మక కార్టీసియన్ నిరూపకాలలో సదిశ  $\bar{A}$  అనీ, దాని అంశములు  $A^i \bar{e}_i$ , - అనగా  $A^1 \bar{e}_1 + A^2 \bar{e}_2 + A^3 \bar{e}_3$  అని వ్రాస్తాము. సదిశ  $\bar{A}$  కు రెండు విధములైన శకలాలున్నాయి. వీటిని  $A^i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) అనే ప్రతిచల (Contravariant) శకలాలుగా  $A_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) అనే సహచల (covariant) శకలాలుగా వ్రాస్తాము - కార్టీసియన్ లంబాక్షములలో ఈ రెండు రకాల శకలాలు ఏకమౌతాయి - అంటే  $A^i = A_i$ .

ఒక వక్రతలం మీద మనం సరళరేఖను గీయలేము. కాబట్టి అట్లాంటి వక్రతలాలమీద అక్షరేఖలను, వక్రరేఖలుగానే తీసుకోవలె. ఇవే వక్రరేఖాక్ష ఫలకములను ఇస్తాయి. స్థూపాకార ద్రువాక్ష ఫలకము (cylindrical polar axis), గోళాకార ద్రువాక్ష ఫలకము (spherical polar axis) వక్రరేఖాక్ష ఫలకము లకు ఉదాహరణములు. ఈ అక్షములమీది ఆధార సదిశలు స్థిరములుగావు. పరస్పర లంబములున్నా కావు. యూనిట్ సదిశలుగా కూడా ఉండ నవసరంలేదు. ఆధార సదిశలు పరస్పరం లంబములై నప్పుడు వక్రాక్ష రేఖలు అభిలంబములని పేర్కొంటాము.

ఏ వక్రరేఖాక్షఫలకానికైనా అతి ప్రధానమైన లక్షణము దాని మానిక (Metric). ఒక అల్ప ఘటక చాపరేఖ (Elementary arc) పొడవు యొక్క వర్గమును మానిక అంటాము -

దీనినే  $ds^2 = g_{ij} dx^i dx^j$  అని వ్రాస్తాము -

ఇక్కడ  $g_{ij} = \bar{e}_i \cdot \bar{e}_j$

$g_{ij}$  రెండవ రేంకు టెన్సరు - లంబాక్ష ఫలకంలో

$g_{ij} = \bar{e}_i \cdot \bar{e}_j = \delta_{ij}$

ఇక్కడ

$\delta_{ij} = 1; i = j$  అయినప్పుడు

$= 0; i \neq j$  అయినప్పుడు

$\delta_{ij}$  ను క్రానెక్కర్ డెల్టా (Kronecker delta) అంటాము.

ఇంకో ఆధార సదిశలు  $\bar{e}^j$  లు.

$\bar{e}_i \cdot \bar{e}^j = \delta_i^j$  అయ్యేటట్లు నిర్వచనమైతే వాటిని ద్వంద్వాధార సదిశలు (Dual basic vectors) అంటాము.

ఇక్కడ కూడా  $\int_i^j$  క్రానెక్కర్ డెల్టాయే -

ఇంకా  $g^{ij} = \bar{e}^i \cdot \bar{e}^j$  అనుకొందాము.

$A^i$  లేక  $A_i$  అనే ఒక సదిశ మొదటిరేంకు టెన్సరు.

ప్రతిచల సదిశలను ఒక నిరూపకాక్షము ( $x^1, x^2, x^3, \dots$ ) నుండి మరో నిరూపక అక్షము ( $x'^1, x'^2, x'^3, \dots$ ) కు పరివర్తనచేసే సూత్రము.

$$A'^i = \frac{\alpha x'^i}{\alpha x^\alpha} A^\alpha$$

సహచల సదిశలకు పరివర్తన సూత్రము  $A'_i = \frac{\alpha x^\alpha}{x'^i} A^\alpha$ .

$A^i, A_i$  లను కలిపే సూత్రాలు :

$$A_i = g_{ij} A^j$$

$$A^i = A = g^{ij} A_j$$

**దెన్నరు నిర్వచనము :**

త్రిపరిమాణావకాశంలో రెండవరేంకు దెన్నరు 9 శకలాల ద్వారా నిర్దేశితమయ్యే ఒకానొకరాశి. ఈ 9 అంశములు దెన్నరు విభాగాంశములు. ఈ శకలములు ప్రతిచల, సహచల, మిశ్రమ జాతులలో ఏదైనా ఒకజాతికి చెందుతాయి. వీటిని  $A^{ij}, A_{ij}, A^i_j$  అని వరుసగా అయా జాతులలో గుర్తిస్తాము. రెండు నిరూపకాక్షముల మధ్య దెన్నరు శకలములు ఎట్లా పరివర్తన మౌలాయో స్థిరీకరించే సూత్రాలే నిజంగా దెన్నరును నిర్వచిస్తాయి.

ఒక నిరూపకాక్షములు K నుండి మరో నిరూపకాక్షములు K' లకు నిర్వచనమైన పరివర్తనములో  $A^{ij}$  దెన్నరు

$$A'^{ij} = \frac{\partial x'^i}{\partial x^\alpha} \frac{\partial x'^j}{\partial x^\beta} A^{\alpha\beta} \text{ అయ్యేటట్లు}$$

పరివర్తనమైతే ఆ దెన్నరును ప్రతిచల దెన్నరు అంటాము.

$$A'_{ij} = \frac{\partial x^\alpha}{\partial x'^i} \frac{\partial x^\beta}{\partial x'^j} A_{\alpha\beta}$$

అయ్యేటట్లు పరివర్తనమైతే ఆ దెన్నరును సహచల దెన్నరు అంటాము.

$$A'^i_j = \frac{\partial x'^i}{\partial x^\alpha} \frac{\partial x^\beta}{\partial x'^j} A^\alpha_\beta$$

అయ్యేటట్లు పరివర్తనమైతే ఆ దెన్నరును మిశ్రమ దెన్నరు అంటాము.

(r+s) రేంకు మిశ్రమ దెన్నరు

$$A \begin{matrix} i_1 i_2 \dots i_r \\ j_1 j_2 j_3 \dots j_s \end{matrix} = \left| \frac{\partial x}{\partial x^1} \right|^n \frac{\partial x'^{i_1}}{\partial x^{\alpha_1}} \dots \frac{\partial x'^{i_r}}{\partial x'^{\alpha_r}} \times \frac{\partial x^{\beta_1}}{\partial x'^{j_1}} \dots \frac{\partial x^{\beta_s}}{\partial x'^{j_s}} \cdot A \begin{matrix} \alpha_1 \dots \alpha_r \\ \beta_1 \dots \beta_s \end{matrix}$$

అనే పరివర్తన సూత్రాన్ని చెల్లించవలె. ఈసూత్రంలోని n-ను దెన్నరు బరువు అని పేర్కొంటాము.  $n=0$  అయినప్పుడు దెన్నరును ప్రకేవల (Absolute) దెన్నరు అని నిర్వచిస్తాము.

తెన్నరు ఖజగణితము :

ఒక తరగతికి చెందిన రెండు తెన్నరు సంకలన, వ్యవకలనములను  $A_{ij} \pm B_{ij} = C_{ij}$  అంటాము. రెండు తెన్నరుల గుణలబ్ధమును కూడా ఒక తెన్నరుగా నిర్మించవచ్చు. ఉదాహరణకు

$$A^i_j \text{ రెండవరేంకు మిశ్రమ తెన్నరును } B_{klm} \text{ మూడవ రేంకు సహచల తెన్నరును తీసుకొని}$$

$$A^i_j B_{klm} = C^i_{jklm} \text{ అనే}$$

ఐదవ రేంకు తెన్నరుగా నిర్వచిస్తాము. ఇట్లాంటి లబ్ధాలను రెండు తెన్నర్ల బహిర్లబ్ధము (Outer product) లేదా తెన్నరు లబ్ధము అని పేర్కొంటాము. లబ్ధఫలము యొక్క రేంకు, గుణావయవాల రేంకుల మొత్తము నకు సమానము. రెండు గుణావయవాలలో మొదటి దానిలో ఒక సూచిక, రెండవ దానిలో ఏదో ఒక సూచికకు సమాన మైనప్పుడు గుణకార ప్రక్రియను అంతర్గుణకారము (Inner multiplication) అని, లబ్ధమును అంతర్లబ్ధము (Inner product) అని, లేదా 'అదిశా లబ్ధ' మని నిర్వచిస్తాము. అంతర్లబ్ధ ఫలమైన ఒక తెన్నరు రేంకు, గుణావయవముల రేంకుల మొత్తమునకంటే రెండు తక్కువ.

$$A^i_j B_{ilm} = C_{jilm}$$

మిశ్రమ తెన్నరులో ఒక ప్రతిచల సూచిక (Contravariant index) ఒక సహచల సూచికకు సమానమైనప్పుడు ఆ తెన్నరు రేంకులో, 2 తగ్గుతుంది.

$$A^{ijk}_{li} = A^{jk}_l$$

తెన్నరు గుణకారంలోని ఈ లక్షణాన్ని సంకోచము (contraction) అని నిర్వచిస్తాము. ఒకానొక తెన్నరును తీసుకొని దాని రేంకుకు ఒక్కొక్క దఫా రెండు తగ్గేటట్టు సంకోచించవచ్చు, రేంకు రెండింటికన్న తక్కువ అయ్యే వరకు పోవచ్చును. కనుక సరి రేంకు తెన్నరు (even rank tensor) ను ఈ ప్రక్రియ ద్వారా ఒక అదిశగా సంకోచింప చేయవచ్చును,

అన్ని  $A^i$  లకూ,  $A^i B_{jk}$  ఒక తెన్నరు అయినప్పుడల్లా  $B_{jk}$  కూడా ఒక తెన్నరు అవుతుంది. దీనినే విభక్తనామము (Quotient law) అంటారు.

క్రానెకరు డెల్టా రెండవరేంకు తెన్నరు.

మొదటిరేంకు తెన్నరులు-సహచల అవకలనము

కార్టీసియన్ నిరూపకాలలో ఆధార సదిశలు స్థిరములు కాబట్టి  $\bar{A} = A^i \bar{e}_i$  అయితే అవకలనంవల్ల  $d\bar{A} = (dA^i) \bar{e}_i$  అవుతుంది.

వక్రనిరూపకాక్షములలో ఆధార సదిశలు స్థిరములుకావు గనుక

$$d\bar{A} = A^i d\bar{e}_i + d(A^i) \bar{e}_i \text{ అవుతుంది.}$$

$\bar{A}$  ను  $x^k$  దృష్ట్యా పాక్షికంగా అవకలనం చేస్తే

$$\frac{\partial \bar{A}}{\partial x^k} = \frac{\partial A^i}{\partial x^k} \bar{e}_i + A^i \frac{\partial \bar{e}_i}{\partial x^k}$$

మొదటిరేంకు తెన్నరులు-సహచల అవకలనము

$$\begin{aligned} & \text{లేదా} \\ & = \frac{\partial A_i \bar{e}^i}{\partial x^k} + A_i \frac{\partial \bar{e}^i}{\partial x^k} \text{ అవుతుంది.} \end{aligned}$$

$\frac{\partial \bar{A}}{\partial x^k}$  సదిశల 9 శకలాల సమూహమును (Aggregate) సహచల సదిశ  $A_i$  లేదా ప్రతిచల సదిశ

$A^i$  యొక్క సహచల అవకలన గుణకమని నిర్వచిస్తాము.

సహచల సదిశ  $A_i$  యొక్క సహచల అవకలనాన్ని

$$A_{i;k} \text{ అని సూచించి, } A_{i;k} = \frac{\partial \bar{A}}{\partial x^k} \cdot \bar{e}_i \text{ అని వ్రాస్తాము.}$$

అట్లాగే ప్రతిచల సదిశ  $A^i$  యొక్క సహచల అవకలనాన్ని  $A^i_{;k}$  అని సూచించి

$$A^i_{;k} = \frac{\partial \bar{A}}{\partial x^k} \cdot \bar{e}^i \text{ వ్రాస్తాము.}$$

ఇక్కడ  $A^i_{;k}$ ,  $A_{i;k}$  లు రెండూ రెండవ రేకు చెన్నరులని గుర్తించవచ్చు.

**క్రిష్టోఫల్ సంజ్ఞలు (Christoffel Symbols) :**

మొదటి క్రిష్టోఫల్ సంజ్ఞ, రెండవ క్రిష్టోఫల్ సంజ్ఞ అని వ్యవహరింపబడే రెండు సంజ్ఞలను

$\Gamma_{i;jk}$ ,  $\Gamma_{jk}^i$  అని గుర్తించి ఈ క్రింది విధంగా నిర్వచిస్తాము.

$$\Gamma_{i;jk} = \bar{e}_i \cdot \frac{\partial \bar{e}_j}{\partial x^k}$$

$$\Gamma_{jk}^i = \bar{e}^i \cdot \frac{\partial \bar{e}_j}{\partial x^k}$$

వీటికి క్రింది సంబంధాలు చెల్లుతాయి.

$$\Gamma_{i'jk} = g_{il} \Gamma_{jk}^l$$

$$\Gamma_{jk}^i = g^{il} \Gamma_{l;jk}$$

రెండు క్రిష్టోఫల్ సంజ్ఞలను మానిక చెన్నరు (Metric Tensor) నుపయోగించి క్రింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$$\Gamma_{i;jk} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^k} + \frac{\partial g_{ik}}{\partial x^j} - \frac{\partial g_{jk}}{\partial x^i} \right)$$

$$\Gamma_{jk}^i = \frac{1}{2} g^{il} \left[ \frac{\partial g_{lj}}{\partial x^k} + \frac{\partial g_{lk}}{\partial x^j} - \frac{\partial g_{jk}}{\partial x^l} \right]$$

క్రిష్టోఫల్ సంజ్ఞలు చెన్నరులు కావు.



$$A_{i;k} = \frac{\partial A^i}{\partial x^k} A^\alpha \Gamma_{\alpha k}^i$$

$$A_{i;k} = \frac{\partial A_i}{\partial x^k} - A_\alpha \Gamma_{ik}^\alpha$$

అని ఋజువు చేయవచ్చు.

రెండూ, అంత కంటే ఎక్కువ రేంకు కలిగిన టెన్సరుల సహచల అవకలనము :

ఒక సదిశకు సంబంధించిన సహచల అవకలనాన్ని తెలుసుకొన్నాము-అదే భావనను విస్తృతీకరించి పొచ్చు రేంకు టెన్సరులను సహచల అవకలనం చేస్తే

$$A_{ij;k} = \frac{\partial A_{ij}}{\partial x^k} - A_{\alpha j} \Gamma_{ik}^\alpha - A_{i\alpha} \Gamma_{jk}^\alpha$$

$$A_{ijk;l} = \frac{\partial A_{ijk}}{\partial x^l} - A_{\alpha jk} \Gamma_{il}^\alpha - A_{i\alpha k} \Gamma_{jl}^\alpha - A_{ij\alpha} \Gamma_{kl}^\alpha$$

.....

ఫలితాలు లభిస్తాయి.

అట్లాగే

$$A_{k; }^{ij} = \frac{\partial A^{ij}}{\partial x^k} + A^{\alpha j} \Gamma_{\alpha k}^i + A^{i\alpha} \Gamma_{\alpha k}^j$$

$$A_{i;l}^{ijk} = \frac{\partial A^{ijk}}{\partial x^l} + A^{\alpha jk} \Gamma_{\alpha l}^i + A^{i\alpha k} \Gamma_{\alpha l}^j + A^{ij\alpha} \Gamma_{\alpha l}^k$$

.....

ఫలితాలు లభిస్తాయి —

ఇంకా

$$A_{j;k}^i = \frac{\partial A_{kj}^i}{\partial x^k} + A_j^\alpha \Gamma_{\alpha k}^i - A_\alpha^i \Gamma_{jk}^\alpha$$

$$A_{k;l}^{ij} = \frac{\partial A_k^{ij}}{\partial x^l} + A_k^{\alpha j} \Gamma_{\alpha l}^i +$$

$$A_k^{i\alpha} \Gamma_{\alpha l}^j - A_\alpha^{ij} \Gamma_{kl}^\alpha$$

.....

అవుతాయి.

ప్రమేయాల సంకలన మొత్తాన్ని, గుణలబ్ధాన్ని మనం ఎట్లాగా సాధారణ కలన గణితంలో అవకలనం చేస్తామో అట్లాగే అదే సూత్రాల ప్రకారం తెన్నరుల మొత్తాన్ని, గుణలబ్ధాన్ని, అవకలనం చేయవచ్చు. మానిక తెన్నరు సహచల అవకలన గుణకం సున్నా అని చూపవచ్చు.

సదిశాకలనంలోని అన్ని ప్రక్రియలను తెన్నరు రూపంలో వివరించవచ్చు.

ఉదాహరణకు :

$$\text{grad, } \phi = \frac{\partial \phi}{\partial x^i} \text{ అని,}$$

$$\text{Div } \bar{A} = A^i_{;i} \text{ అని}$$

$$\text{curl } \bar{A} = \frac{\partial A^i}{\partial x^j} - \frac{\partial A^j}{\partial x^i} \text{ అని వ్రాయవచ్చు.}$$

### గ్రంథముల పట్టిక

(1) Vector and Tensor Analysis By H. LASS.

(2) Tensor Calculus By B. SPAIN

మూలము : వనజ అయ్యంగారు.

తెలుగు : Dr. P. V- ఆదజ్ఞాచలం.

## 21. అర్థశాస్త్రముపై గణితశాస్త్ర ప్రభావము

గణితశాస్త్ర ప్రభావము సోకనిశాఖ ఆర్థికశాస్త్ర వాఙ్మయమందే కానరాదనుట అతిశయోక్తి కాదు. సూక్ష్మస్థాయిలో ఆర్థిక శాస్త్రమందలి ఉత్పత్తి, వ్యయము, పంపిణీ సిద్ధాంతములు మొదలకొని, వివిధ మార్కెట్ పరిస్థితులలో వస్తు సమదాయముల ఖరీదులను నిర్ణయించుటవంటి సూత్రముల వరకును, స్థూలస్థాయిలో ఆర్థిక శాస్త్రమందలి దేశపు ఆదాయపు లెక్కింపులు, ఆర్థికప్రతిరూప కల్పన మొదలగు ఎన్నో సందర్భములలో గణిత శాస్త్రము ఉపయోగపడుచున్నది.

ఆర్థిక సుస్థిరత, ఆర్థికాభివృద్ధిపట్ల ప్రత్యేక శ్రద్ధ వహించుచున్నవి. జాతీయాభివృద్ధి ప్రజాశికారచన దేశమందలి అనేక ఆర్థిక యూనిట్లను పరిశీలించిన తరువాతనే జరుగును. ఇది కేవలము ఉత్పత్తి రంగమునకే పరిమితము కాక వినియోగ దారులతో కూడా పెక్కు విధముల సంబంధమును కలిగియున్నది. ఈ బాధ్యతలను నెరవేర్చుటకు జాతీయ ఆర్థిక విధానమునందలి వివిధ రంగముల ఆంతరంగిక సంబంధములను గురించి అవగాహనము చేసికొనుట అవశ్యకము.

ఇటీవలి కాలములో అనేక దేశప్రభుత్వములు

అంతరిక్ష నౌకను ప్రయోగించిన శాస్త్రజ్ఞులు,

ఇంజనీర్లు సామాన్యుని దృష్టిలో ఉత్కృష్ట స్థానపు వారు. వీరు సిద్ధాంతములను (theories) ఆధారముగా ప్రారంభించి గణితశాస్త్ర పరివర్తనముల ద్వారా అనేక ప్రయోగములుచేసి చివరికి అంతరిక్షంలోకి నౌకను పంపుట మనమందర మెఱిగినదే. ఇందులోని ప్రాథమిక సూత్రము కాని, ఏ శాస్త్ర విషయముకాని అర్థముకాకున్నను, సామాన్యుడు ఫలితములను మాత్రము చూడగలడు,

కాని ఆర్థికశాస్త్రవేత్త ఒక క్రొత్త సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించినపుడు ఆ కీర్తి కేవలము అతని సహచరులవరకు మాత్రమే పరిమితమై ఉంటుంది. ఇట్టి సందర్భమున సామాన్యునియొక్క మొదటి ప్రశ్న 'అచరణలో ఎంతవరకు సాధ్యము?' అని. ఇతనికి అర్థమగునటుల చెప్పలేనంత వరకు ఆర్థిక శాస్త్రవేత్తకు సామాన్యునితో సంభాషణ సాధ్యము కాదు. వీరిద్దరి మధ్య సత్సంబంధముల నెలకొల్పి చేయుటలో, సులభముగా అవగాహనకాని విషయములను సంగ్రహింప చేయుటలోను గణితశాస్త్రము ముఖ్యపాత్ర వహించుచున్నది. అంతే కాకుండా రాబోవు ఫలితములను కూడా ముందుగా సూచించి (predict), సామాన్యుని అనుమానములను చాలా వరకు తీర్చుచుండును. పలుమార్లు ఆర్థికవేత్తలు అనుభావిక ఉదాహరణముల (empirical evidence) ద్వారా ఆర్థిక విధానమును, అందలి విషయములు అనుష్ఠించు విధమును పరిశీలించిన పిదపనే ఆర్థికపంథాను నిర్ణయించుట సాధ్యమగును. ఆర్థిక విధానము పూర్తిగా అవగాహనము కానంత వరకు ఆర్థిక పంథా నిర్ణయము సాధ్యము కాదు.

### ఆర్థిక పంథా :

యల్లయ్య ప్రతిసంవత్సరము వేసవిలో తన కుటుంబ సభ్యులను కాశ్మీరుకు విహారయాత్రకై తీసికొనివెళ్ళు ననుకొందము. కాని ఈ సంవత్సరము అందుకు బదులుగా అదే ఖర్చుతో ఒక డెలివిజన్

నెట్ కొనుటకు నిర్ణయించుకొనిన, దేశ ఆర్థిక విధానముపై యల్లయ్యయొక్క ప్రభావము ఎలాఉంటుందో చూచుదము. నిర్ణయము తీసికొనువాడు కేవలము ఒక యల్లయ్య మాత్రమే కనుక అతని ప్రభావము దేశ ఆర్థికవిధానముపై చాలా తక్కువగా ఉండుట సహజము. కాని ఒక బలవత్తరమైన 'ఆర్థిక సూక్ష్మ దర్శిని' (Economic Microscope) ద్వారా యల్లయ్య యొక్క క్రొత్త నిర్ణయము యొక్క ప్రభావము, దాని ఫలితములు మొదలుగ మొత్తపు ఆర్థిక విధానము నందలి మార్పులను కనుగొనవచ్చును.

వ్యాపారము నందలి ఆస్థిరత్వము ననుసరించి వ్యాపారస్థుల ముడిసరుకుల కొనుగోలు, ఉద్యోగిస్థాయి, క్రొత్త మూలధనముతో పరికరములకొనుట మొదలగు నిర్ణయములు ఆధారపడి యుండును. కనుక యల్లయ్య యొక్క నిర్ణయముల వలన కాశ్మీరులోని హోటలు పరిశ్రమ (క్రొత్త హోటల్ నిర్మాణము నందు మాంద్యము కూడా ఏర్పడవచ్చును.) కుంటుపడుట, ప్రయాణికుల రవాణాలో మాంద్యము, క్రొత్త రవాణా యంత్రముల కొనుగోలును ఉపసంహరించుకొనుట, కొందరిని పనిలో నుండి మాన్పించుట లాంటివి ఎన్నో జరుగును. ఇన్ని మార్పులకు కారణము వ్యాపారమున మాంద్యము మాత్రమే. కాని వేరొకచోట డెలివిజన్ సెట్టులను తయారుచేయు సంస్థ క్రొత్తగా పనివాళ్ళను చేర్చుకొనడమే కాకుండా, ఎక్కువగా ముడిసరుకులను కొనుగోలు చేయుట, క్రొత్తయంత్రములను కొనుట కూడా జరుగవచ్చును. ఇన్ని మార్పులకును కారణము కేవలము వ్యాపారమునందలి చురుకుదనము మాత్రమే.

యల్లయ్య యొక్క వేసవి ప్రణాళిక యందలి మార్పుల వలన ఇన్ని ప్రత్యక్షప్రభావములు కలుగుచున్నవి. కాని అనేకములైన అప్రత్యక్ష ప్రభావములను (indirect effects) కూడా కనుగొన

వచ్చును. హోటల్ పరిశ్రమయు రవాణాసంస్థల వ్యాపారమును మందగించినందున, వీనిపై ఆధార పడియున్న నిర్మాణ, రవాణాయంత్ర పరిశ్రమలు కూడా కుంటుపడును. ఉద్యోగితా స్థాయిని సరి చేయుటయు, ఈ పరిశ్రమల కవసరమైన ఆనేక ఉత్పాదకముల కొనుగోలు ప్రణాళిక యందు మార్పులు చేయవలసి వచ్చుటయు జరుగవచ్చును. తరువాతి దశలో ఈ రెండు పరిశ్రమలకు ముడి సరుకులను, ఇతర వస్తువులను అందించు పరిశ్రమల వ్యాపారము కూడా తగ్గుదల చూపును. తదుపరి ఈ పరిశ్రమలు కూడా ఉత్పాదకముల కొనుగోలునందు మార్పులు చేసికొనును. ఈ విధముగా ఆనేక పరిశ్రమలయందు ఏవియో కొన్ని మార్పులు సంభవించుట తథ్యము. ఇట్టి మార్పులు ఆర్థిక వ్యవస్థయందలి పరిశ్రమలు పరస్పర మధార పడే తత్వముపై ఆధారపడి యుండును. కనుక ఒక పరిశ్రమలో ఎంత చిన్న మార్పు కలిగినప్పటికిని, దాని ప్రభావము ఆ పరిశ్రమనుండి వేరొక పరిశ్రమకు కూడ వ్యాపిస్తుంది. కడకు మొత్తపు ఆర్థికవ్యవస్థపై సంచిత ప్రభావము మాత్రము గమనించ తగినంతగా ఉంటుంది. ఆర్థిక నిర్మాణమును పూర్తిగా అవగాహన చేసికొనుటకు అట్టి ఆర్థిక వ్యవస్థయందలి నడవడి మార్పుల (Behavioural changes) వలన కలుగు పర్యవసానముల నన్నిటిని పరిశీలించుట ఎంతో అవసరము. ఇట్టి ఫలితములను గమనించుటకు లియోన్టీఫ్ (W. W. Leontief) కనుగొనిన ఉత్పాదక-ఉత్పత్తుల పద్ధతి (Input-output technique) ఎంతగానో ఉపయోగపడుతుంది. ప్రపంచములోని దాదాపు అన్ని దేశములు ఈ పద్ధతినే ఉపయోగించి దాని ఫలితములు పొందుచున్న వనవచ్చును. ఈ పద్ధతిని రూపొందించుటకు మాత్రిక బీజగణితము ఎంతగానో ఉపయోగించ బడినది. ఒక విధముగా చూస్తే గణిత శాస్త్రము ఈ రంగమునందు ప్రవేశించి మొత్తపు ఆర్థికవిధానము యొక్క దృక్పథాన్నే విప్లవాత్మకము చేసినదని చెప్పవచ్చును.

ఈ పద్ధతియందు ఆర్థిక విధానము ఆనేక రంగములు (Sectors) గా గాని, పరిశ్రమలుగా గాని విభజింపబడును. వివిధ రంగముల అంతర్గత సంబంధములను పరిశీలించుటకు వస్తువుల, సేవల (goods and services) పరిగతిని గమనించుట జరుగును. అంతే కాకుండా ఒక రంగములో ఒక యూనిట్ ఉత్పత్తి చేయుటకు ఏయే ఉత్పాదకములు ఎంతెంత అవసరమో ఉత్పాదక - ఉత్పత్తి పద్ధతి ద్వారా తెలిసికొన వచ్చును. ఇట్టి పద్ధతి ప్రణాళికా బద్ధమైన ఆర్థికవ్యవస్థయందు ఎక్కువగా ఉపయోగపడును.

గణితశాస్త్ర శాఖయైన కలనగణితము యొక్కవాడుక ఆర్థిక శాస్త్రమునందు చాలా తరచుగా కనిపించును. ఉదాహరణకు వాణిజ్య సంస్థా సిద్ధాంతము (Theory of firm) నందు వ్యయపు వక్రములను పరిశీలించుము. అవకలన గణితము యొక్క సహాయముతో వ్యయపు వక్రముల అనేక ధర్మములను రాబట్టవచ్చును. ఒక సంస్థయొక్క మొత్తము వ్యయము 'λ' (lamda) అనియును, మరియు ఆ సంస్థ 'Q' యూనిట్లు ఉత్పత్తి చేయుననియును భావించుము. అంతే కాకుండా వ్యయపు ఫలము (cost function) క్రింద నుదహరించిన విధముగా నున్నదనుకొందము.

$\lambda = a + bQ + cQ^2$  (a, b, c లు స్థిరాంకములు).

వై ఉదాహరణతో

(a) ఉపాంతవ్యయమును (Marginal cost-MC) ఈ విధముగా నిర్వచింప వచ్చును.

$$\frac{d\lambda}{dQ} = b + 2cQ$$

(b) సగటు వ్యయమును (Average cost-AC) ఈవిధముగా నిర్వచింపవచ్చును.

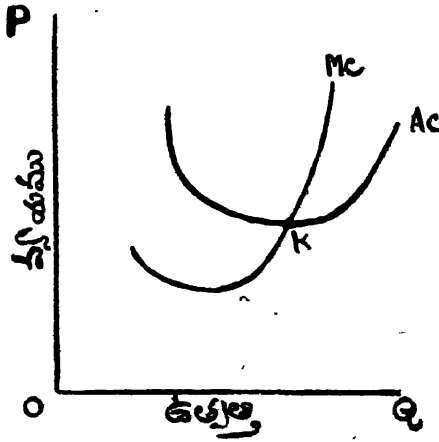
$$\text{సగటు వ్యయము} = \frac{\text{మొత్తపు వ్యయము}}{\text{మొత్తపు ఉత్పత్తి}}$$

$$= \frac{\lambda}{Q} = \frac{a}{Q} + b + cQ$$

(c) సగటు మరియు ఉపాంత వ్యయముల మధ్య

సంబంధము :  $\frac{\lambda}{Q}$  యొక్క అవకలని

(derivative) విలువను కనుగొనుట ద్వారా సగటు వ్యయపు వక్రముయొక్క 'వాలు'ను తెలిసికొనవచ్చును. (దిగువ రేఖా చిత్రము చూడుము)



అనగా

$$\begin{aligned} \frac{d}{dQ} \left( \frac{\lambda}{Q} \right) &= \frac{1}{Q} \left[ \frac{d\lambda}{dQ} - \frac{\lambda}{Q} \right] \\ &= \frac{1}{Q} [MC - AC] \end{aligned}$$

వ్యయపు వక్రము 'U' ఆకారములో నున్న దని భావించిన సగటు వ్యయపు వక్రము

'k' బిందువు వరకు అధోముఖము (downward) గా నుండును.

$$\frac{d}{dQ} \left( \frac{\lambda}{Q} \right) < 0$$

దీనివలన తెలియున దేమనగా ఉపాంత, సగటు వ్యయముల భేదము శూన్యమున కన్న తక్కువగా నుండును.

$$(MC - AC) < 0$$

అనగా ఒక కొత్త యూనిట్‌ను ఉత్పత్తి చేయుటకు సగటు వ్యయము తగ్గుచున్నంత వఱకు దాని ఉపాంత వ్యయము సగటు వ్యయముకన్న తక్కువగా ఉండును. ఇట్టి పరిస్థితులలో సంస్థ తన ఉత్పత్తి స్థాయిని పెంచుటకు తగిన ఆవకాశములు కలిగి యున్నదన వచ్చును. సగటు వ్యయపు వక్రములోని కనిష్ట బిందువు (lowest point) వద్ద 'వాలు' శూన్యముగా నుండును.

$$\text{అనగా } \frac{d}{dQ} \left( \frac{\lambda}{Q} \right) = 0$$

$$\text{కావున } MC - AC = 0$$

కనుక 'k' బిందువు వద్ద ఉపాంతవ్యయము = సగటు వ్యయము. ఈ బిందువువరకు సంస్థ తన ఉత్పత్తిని పెంచిన అత్యధిక లాభములను పొందుటకు వీలగును.

ఇంతేకాకుండా గణితశాస్త్రమునందలి ఇతర శాఖలు-ఉదాహరణమునకు త్రికోణమితి, రేఖా గణితము, నిరూపక రేఖాగణితము, బీజగణితము-అనేక విధముల ఉపయోగింపబడి ఆర్థికశాస్త్ర ఆలోచనా విధానమునందు విప్లవాత్మకపు మార్పులను కలుగజేసినవి.

## 22. సాంఖ్యిక విజ్ఞానశాస్త్ర పరిచయము

విజ్ఞాన శాస్త్రములో ఊహగానానికి తావులేదు. ఒకవేళ ఎవరైన ఒక శాస్త్రవేత్త 'సృష్టిలో ఒక నూతన గ్రహము ఇంకను గుర్తింప బడకుండా ఉన్నది.' అను భావనను వెల్లడించినా, దానిని తగిన ప్రయోగము ద్వారా నిరూపించేవరకూ అతని ఊహకు ఆ విజ్ఞాన శాస్త్రభాగములో తావు లేదు. ఇటువంటి ఏదైన పరికల్పనను నిరూపించుటకు చేసిన ప్రయోగము కూడా నిష్పాక్షికముగా ఉండవలె. ఒక లక్ష్యమును ఉద్దేశించి జరిపే ఇట్టి వైజ్ఞానిక ప్రయోగముమీద శాస్త్రవేత్తడి కానీ మరి ఎవరిదైనను కానీ వ్యక్తిగత అభిప్రాయపు నీడలను పడకుండా చేసి, ప్రయోగరచన జరుప వలసి వుంటుంది.

సాంఖ్యిక శాస్త్రములో కూడా వ్యక్తిగత అభిప్రాయాలకు గానీ, పౌరపాటున అయినను సంభవ మగు మరి ఏ ఇతర పాక్షికతకు గానీ ఏమాత్రము తావులేకుండ ప్రయోగరచన జరిపే పద్ధతులను నిర్ణయిస్తారు. పరీక్షించ వలసిన పరికల్పనను బట్టి చేయు ఇట్టి ప్రయోగరచనలకు చెందిన సాంఖ్యిక శాస్త్రవిభాగములను "ప్రయోగరచన" (Design of Experiments) అనీ "ప్రతిరూప గ్రహణ ప్రక్రియ" (Sampling Techniques) అనీ అంటారు. జనాభాకు చెందిన విషయాలను కానీ, ఒక కంపెనీలో ఉత్పత్తి అయే పరికరాలనాణ్యతను కానీ, ఇట్టిమరొకదానిని కానీ పరిశీలించవలసి వచ్చినప్పుడు-అంటే అదివరకే ఏర్పడి ఉన్న జనాభా లేక పరికరాలు, మొదలగు అనేక బృందాలకు చెందిన పరికల్పనను పరిశీలించుటకు - ఆయా బృందాలనుండి కొన్నిటికిచెందిన వివరములను వైజ్ఞానిక పద్ధతుల ద్వారా ఎన్నికచేసి, విశ్లేషణ చేసి, తగిన నిర్ణయమును సూచించే పద్ధతులను "ప్రతిరూప గ్రహణ ప్రక్రియలు" అని అంటాము.

(7)

రెండు, అంతకన్న ఎక్కువయగు పలురకాల గోధుమల ఫలసాయము, రసాయనిక ఎరువుల నాణ్యతవంటి విషయాలను పరిశీలించేటప్పుడు, వాటికి అనువగు ప్రదేశములను ముందే నిర్ణయించవలెను. అంటే వేర్వేరు సారరీతులుగల వేర్వేరు ప్రదేశములలో ముందే శాస్త్రోక్తముగా నిర్ణయించిన ఆకారములు, సంఖ్యలుగల ప్లాటులను (Plots) తీసికొనవలెను. వానిలో ఆ గోధుమలను, చల్లికాని, రసాయనిక ఎరువులను వాడికాని వచ్చే ఫలితాలను సేకరించి, విశ్లేషణ చేయవచ్చును. (రసాయనిక ఎరువుల ప్రయోగములో వేర్వేరు సారరీతులుగల ప్రదేశములలో వేర్వేరు రకాల పంటలను వేసి వానికి ఈ ఎరువులను వాడి పోల్చవచ్చు). అయినా ఎంత కట్టుదిట్టముగా యోచనచేసి ఈ పరిశీలనను అమలు జరిపినప్పటికిని ప్రయోగములో చెప్పుకోదగినంత పాక్షికత సంభవించినదా అను దానిని గురించిన్నీ, వరి, గోధుమ, వంటి పంటలకు కొన్ని ప్రత్యేక ఎరువులకు ఏమైన ప్రత్యేక సంబంధము ఉన్నదా అను దానిని గురించిన్నీ, ఎరువులలో కాని పంటలలో కాని, ఫలితాలలో భేదము ఉన్నదా అను విషయము వంటి అనేకమైన వాటిని గురించిన్నీ నిర్ణయములు చేయవచ్చు. ఇలా ఒక ప్రత్యేక దృష్టితో నిర్ణీత పద్ధతుల ప్రకారము గోధుమ, వరి పంటలవంటి బృందముల నేర్పరచి వాటికి చెందిన వివరాలను సేకరించి, విశ్లేషణ జరపు ప్రయోగాలకు చెందిన భాగాన్ని "ప్రయోగ రచన" అంటారు. ఇట్టి ప్రయోగాల ఫలితాల ననుసరించి నిర్ణయాలు చేయునప్పుడు సంభవించు దోషశాతమును కూడ అదుపులో పెట్టవచ్చు.

కొన్ని లక్ష్యాల దృష్ట్యా పరికల్పనలను చేసి పరీక్షించి తీసుకోవలసిన తగు నిర్ణయాలను సూచించు సాంఖ్యిక శాస్త్రభాగమును, "సాంఖ్యిక

అనుమితి' అని అంటారు. ఏదైన ఒక బృందము నుండి ప్రతిరూపమును ఎన్నికచేసి అందలి విలువల సహాయముతో బృందమునకు చెందిన సరాసరి విస్తృతివంటి వానికి తగు అంచనాలను వేయ పద్ధతికూడ ఈ భాగమునకే చెందుతుంది. కుటుంబ విషయములో సంపాదన, ఖర్చు మొదలైన వానినీ, పంటల విషయములో నీటి సరఫరా, సూర్యరశ్మి, ఎరువులు మొదలైనవాని మధ్యనున్న సంబంధాలనూ, మానవ మితీయకొలతలకు (Anthropometric Measurements) పోషకపదార్థాలలో పాలకు (Nutritional Deficiency) మధ్య గల సంబంధము వంటి వానినీ, గణిత ప్రమేయముల ద్వారా సంధానముచేసి అది సరియైన సంధానము అవునా. కాదా అను విషయమును కూడ సరిచూడవచ్చు. ఆ గణిత ప్రమేయములు సరియైనవి అని తేలిన పిమ్మట వానికి చెందిన పరామితులను, వైజ్ఞానిక పద్ధతుల ప్రకారము ఎన్నిక చేసిన ప్రతిరూపపు సహాయముతో, అంచనా వేయవచ్చు. తరువాత ఆ ప్రమేయపు సహాయముతో భవిష్యత్తుకు చెందిన అంచనాలను కూడ వేయవచ్చు.

సంభావ్యతా సిద్ధాంతము, సాంఖ్యికశాస్త్రమునకు వెన్నెముక అని చెప్పవచ్చు. ఆధునిక గణిత భావనల సహాయముతో సంభావ్యతా భావన కూడ కొత్తరూపును సంతరించుకొని, దానిని విరివిగా వాడు విభాజనా సిద్ధాంతముతో కలసి, సాంఖ్యిక శాస్త్ర అభివృద్ధికి ఇంకను తోడ్పడుచున్నది.

సామ్రాజ్య సంరక్షణ, ప్రజాసంక్షేమముల వంటి వానికై చేయవలసిన కార్యక్రమాలకై సేకరించే పాడి పంటల లెక్కలు, వేర్వేరు వయస్సులకు చెందిన జనాభా వివరాలవంటి వానినే సాంఖ్యికములు అని మొట్టమొదట అనేడివారు. దీనినే ఆంగ్ల భాషలో 'స్టాటిస్టిక్స్' అని అంటారు. ఈ పదము స్టాటస్ (Status) అనే రాబిన్ పదానికి, 'స్టాటిస్టా' (Statista) అనే ఇటాలియన్ పదానికి 'స్టాటిస్టిక్' (Statistik) అనే జర్మను పదానికి సన్నిహితముగా వున్నట్లు కనుపిస్తుంది. 'రాష్ట్రమునకు చెందినది' అనే వీటన్నిటి భావము. నేడు, జనాభాలెక్కల వంటి సాంఖ్యికములనే కాకుండా, శాస్త్రపద్ధతుల ప్రకారము ఒక లక్ష్యపు దృష్ట్యా చేయు ప్రేక్షితముల (Observations) సేకరణ పద్ధతులను, అట్లు సేకరించిన ప్రేక్షితములను పట్టిల ద్వారా సూచించి, వైజ్ఞానికముగా విశ్లేషణచేసి అనువైన నిర్ణయాలన్నిటిలో తగిన నిర్ణయాన్ని ఎన్నుకొను పద్ధతులను, వానికై వలసిన ప్రక్రియలు మున్నగు వాని కన్నింటికిని చెందిన పూర్తి వైజ్ఞానిక శాస్త్రమును కూడా సాంఖ్యికశాస్త్రము అని అంటున్నాము. ఇది నేడు పరిపూర్ణ వైజ్ఞానిక శాస్త్రముగా అభివృద్ధి చెందుటయేకాక అనేక ఇతర శాస్త్రభాగములకును, పారిశ్రామిక రంగములోనూ, జాతీయ సమస్యలకు చెందిన యోచనలలోనూ, ఇంకనూ మన నిత్యజీవితానికి చెందిన ఎన్నో రంగాలలోనూ, చాలా ప్రాముఖ్యము వహిస్తున్నది.

డా. వే. సు. దేవి.

## 23. సంభావ్యతా తత్వము

సాంఖ్యిక శాస్త్రానికి సంభావ్యతా సిద్ధాంతము (Probability theory) పునాదివంటిది. అనిర్వచనీయమైన వాటికి స్వీకృతాల ఆధారంతో తర్కసాధనలను ఉపయోగించి గణితశాస్త్రము కొన్ని సిద్ధాంతాలను ప్రతిపాదిస్తుంది. ఇవి అమూర్త (abstract) గణితపు నమూనాలైనప్పటికీ నిజజీవితంలోని సందర్భాలకు సంతుల్యతరమైన ఉజ్జాయింపులై అద్భుతంగా ఉపయోగపడతాయి. బిందువులు, సరళరేఖలు మొదలైనవి అనిర్వచనీయాలు. వాటి మధ్యగల సంబంధ విశేషాలను స్వీకృతాల ఆధారంతో తార్కికోపపన్నం చేసి రేఖాగణితశాస్త్రము సృష్టించబడింది. అయినప్పటికీ ఇందులోని సూత్రాలు, సిద్ధాంతాలు నిజజీవితంలోని సందర్భాలలో-ఉదాహరణకు, వైశాల్యము, ఘనపరిమాణము మొదలైన వాటిని కనుక్కోవడానికి- ఎంతైనా ఉపయోగపడుతున్నాయి కదా!  $i = \sqrt{-1}$  నిజజీవితానికి సంబంధించని భావన అయినా, దీనిని విరివిగావాడే విద్యుచ్ఛక్తి సూత్రాలు, పరికరాలు మాత్రము నిజజీవితంలో మానవునికి ఎంతో సహాయంగా ఉంటున్నాయి.

స్వీకృత పద్ధతిలో విశదీకరించిన సంభావ్యతా సిద్ధాంతం కూడా ఇటువంటి ప్రయోజనాలను, సాధించడానికి ఉపయోగపడుతుంది. నిజజీవితంలో చాలా సందర్భాలు అనిశ్చితత్వానికి (chance) కి గురి అవుతాయి. అనిశ్చితత్వము అనేది ప్రకృతిన్యాయము. ఈ సత్యము నేటి ఆధునాతన శాస్త్రయుగంలో సర్వత్రా గుర్తించబడింది. కాని ఇట్లాంటి అనిశ్చితత్వాలలో ఒక రకమైన స్థిరత్వమును 17వ శతాబ్దంలో జూదపు ఆటల ఆధారంగా కొందరు గమనించినారు. ఇటువంటి గుర్తింపులనుంచి పుట్టిందే సంభావ్యతా సిద్ధాంతము, ఇందు

లోని ప్రాథమిక భావము “సంభావ్యత”. ఈ భావాన్ని అర్థంచేసికొని తుజ్జంగా నిర్వచించడానికి కొన్ని దశాబ్దాలు పట్టిందని చెప్పడం ఆతిశయోక్తి కాదు. నేటి భావనను గణితాత్మకమైన స్వీకృత (axiomatic) పద్ధతిలో వర్ణిస్తున్నారు. యాదృచ్ఛిక ఘటనల (Random Events) సంభవతకు, సంభావ్యత ఒకవిధమైన కొలమానము.

షవలియర్ డిమెరీ (Chavalier de Me're) అనే ప్రముఖ ఫ్రెంచి జూదరి, ఒక సమస్యపై ప్రముఖ గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు పాస్కల్ (Pascal : 1623-1662) ను, క్రింది సమస్యపై సలహా ఇవ్వమని అర్థించినాడు. ఒక పాచికతో ‘6’ వచ్చే సంభావ్యత  $\frac{1}{2}$  కంటే ఎక్కువ ఉండాలంటే కనీసం 4 సార్లు దొర్లించవలెననీ, రెండు పాచికలతో “6, 6” వచ్చే సంభావ్యత  $\frac{1}{2}$  కంటే ఎక్కువ ఉండాలంటే కనీసం 25 సార్లు దొర్లించ వలెనని డిమెరీ జూదపు ఆట ద్వారా కనుక్కొన్నాడు.  $4 : 25 \neq 6 : 36$ , కాబట్టి జూదంలో వచ్చే నిజమైన ఫలితాలతో పోతు కుదురలేదని తెలుసుకొని పాస్కల్ ని అర్థించినాడు. పాస్కల్ ఈ సమస్య పరిష్కార ప్రయత్నంలో ఫెర్మా (Fermat : 1601-1665) అనే మరో గణిత శాస్త్రకారునితో సంప్రదించగా వారిమధ్య విరివిగా నడచిన ఉత్తర ప్రత్యుత్తరాలు సంభావ్యతా సిద్ధాంతానికి పునాదిరాళ్లు అయినాయి. జూదపు ఆటల సందర్భంగా వాడబడుతున్న ఈ సిద్ధాంతాన్ని మరింతెన్నో రంగాలలో ఉపయోగించవచ్చునని చెప్పడమేకాక దీనికి చెందిన అనేకప్రముఖ అంశాలను గ్రంథరూపంలోకి తెచ్చి బర్నోలీ, గౌస్, లాప్లాస్, షెజెప్ మార్కోవ్, లియోవిసాఫ్ మొదలైన ప్రముఖులు సంభావ్యతా సిద్ధాంతపు అభివృద్ధికి విశిష్ట కృషి సల్పినారు. ఫాన్ మైసిస్



(Von Mises : 1920) సంభావ్యతకు సాపేక్ష పొనఁపున్యాన్వయ (Relative frequency Interpretation of probability) మిచ్చినాడు. ఫిషర్ (Fisher, R. A. : 1920) మహాశయడు సంభావ్యతకు సాంఖ్యిక దృక్పథము (Statistical attitude) ఇచ్చినాడు. మితిసిద్ధాంతము (Measure Theory) ఆధారంగా స్వీకృత పద్ధతిలో కొల్మోగోరోవ్ (Kolmogorov : 1933) సంభావ్యతా తత్వాన్ని వివరించి సంభావ్యతా సిద్ధాంతాన్ని ప్రత్యేక విభాగంగా రూపొందించినాడు.

కొన్ని రకాల ప్రయోగాలు ఒకే మాదిరి పరిస్థితులలో పలుమార్లు జరపడం వల్ల వాటి లక్షణ రూపాలను చాల వరకు గుర్తించవచ్చు. ఉదాహరణకు, ఫలానా వ్యాధి నివారణకు, ఏ ఔషధము మిక్కిలి ఉపయోగకారి, అనే విచారణలో దాదాపు సరిసమాన భౌతిక స్థితిగతులున్న వ్యాధిగ్రస్తులపై ఒక ఔషధ ప్రయోగం చేస్తే, ఆ ఔషధం వల్ల అత్యధిక ఫలితం ఉందో లేదో తెలుసుకోవచ్చు. అట్లాగే దాదాపు సరిసమానంగా సారవంతములై, ఇంచుమించుగా సదృశ వాతావరణ పరిస్థితులు గల కొన్ని భూభాగాలపై పండించే ఒకే పంట విషయంలో వేర్వేరు రసాయనిక ఎరువుల ఉపయోగాన్ని పరిశీలించవచ్చు. ఇటువంటి ప్రయోగాలలో సంభావ్యతా సిద్ధాంతాన్ని ఉపయోగించి విచారణలను జరుపవచ్చు. వీటికి భిన్నంగా ఉండే మరికొన్ని తరహా విచారణలు సంభావ్యతా సిద్ధాంత పరిధులలోకి రావు. “రేపు సూర్యుడు ఉదయించునా? లేదా” “చంద్రమండలంపై జీవరాసులున్నాయా?” - ఇట్టి విచారణలను జరుపుటలో సంభావ్యతా సిద్ధాంతాలు పనికిరావు. సాధారణంగా ప్రయోగ ఫలితాలను సంఖ్యా రూపంలో వ్యక్తపరచవచ్చు. ధాన్యపు పంటకు రసాయన ఎరువు వేసే ప్రయోగంలో వచ్చే ఫలితాలు ధాన్యపు బస్తాంలో తెలుపవచ్చు. కొన్ని ప్రయోగ ఫలితాలు

స్వతహాగా సంఖ్యలే కాకపోవచ్చు; కాని సంఖ్యల రూపంలో చెప్పవచ్చు. ఉదాహరణకు, నాణెము ఎగరవేసే ప్రయోగంలోవచ్చే ఫలితాలు, ‘బొమ్మ, బొరుసు’ అయినప్పటికీ ‘బొమ్మ, వచ్చినప్పుడు ‘1’ అనీ ‘బొరుసు’ వచ్చినప్పుడు ‘0’ అనీ వ్రాసి విచారణ జరపవచ్చు. ఇట్లాంటి ప్రయోగాలలో ప్రయోగ ఫలితాల జాబితా ముందుగానే తెలిసినప్పటికీ ఏయే సందర్భాలలో ఏయే ఫలితాలు సంభవించాయో అనే విషయం ప్రయోగానంతరమే తెలుస్తుంది. ఉదాహరణకు, పాచిక దొర్లించే ప్రయోగంలో ఫలితాల జాబితా “1, 2, 3, 4, 5, 6” అని తెలిసినప్పటికీ ఒకసారి దొర్లిస్తే వచ్చే ఫలితము దొర్లించిన తరువాత గాని చెప్పలేము. ఇటువంటి ప్రయోగాన్ని యాదృచ్ఛిక ప్రయోగ (Random Experiment) మనీ, దాని ఫలితాల జాబితా సమూహమును ‘శాంపుల్ ఆవరణము’ (Sample space) ‘S’ అనీ అంటారు. ఉదాహరణకు, ఒకతెలుపు, ఒక నలుపు, పాచికలను సదృశ పరిస్థితులలో చాలసార్లు దొర్లించా మనుకోండి. ఈ ప్రయోగ ఫలితాలు పాచికలపైన కనబడే సంఖ్యల క్రమమైన జతలనుకోండి. ఇది ఒక యాదృచ్ఛిక ప్రయోగమవుతుంది. దీని శాంపుల్ ఆవరణము S : “(1, 1), (1, 2), ..., (1, 6); (2, 1), (2, 2), ..., (2, 6); ... ; (6, 1), (6, 2), ..., (6, 6)” అనే 36 క్రమ జతలనే ఫలితాల జాబితా అవుతుంది. దీనిలో E ఒక భాగమనుకోండి. ఉదాహరణకు, క్రమ జతలలోని సంఖ్యల మొత్తము 11 అయ్యే క్రమజతల సమూహాన్ని E గా తీసికోవచ్చు. ప్రయోగ నిర్వహణలో వచ్చిన ప్రయోగ ఫలితము E కి చెందితే E అనే సంఘటన (Event) సంభవించిందని అంటారు. అంటే (5, 6), (6, 5) అనే 2 క్రమ జతలలో ఏ ఒకటి వచ్చినా E సంభవించిందని అంటారు.

ఒక యాదృచ్ఛిక ప్రయోగం యొక్క ఫలితాలన్నీ సమసంభవాలనిన్నీ (Equally likely), పరస్పర వివర్జితాలనిన్నీ (mutually exclusive) అనుకొందాము. ఆ ప్రయోగపు శాంపుల్ ఆవరణలోని 'n' ఫలితాలలో, ఒక సంఘటన E కి చెందిన అనుకూల ఫలితాలు (Favourable outcomes)  $f_E$

అయితే E సంభావ్యత  $P(E) = \frac{f_E}{n}$  అని నిర్వచిస్తే.

సంభావ్యతను సాంప్రదాయిక పద్ధతిలో నిర్వచించి నట్టిని అంటారు. జూదపు ఆటలలాంటి సందర్భాలమేరకు యీ నిర్వచనము బాగా ఉపయోగపడుతుంది. రెండు పాచికలను దొర్లించే పై ప్రయోగంలో "E : సంఖ్యల మొత్తము 11" సంభవించడానికి 36 క్రమజతలలో 2 క్రమజతలు, అంటే (5, 6); (6, 5) మాత్రమే E కి అనుకూల

ఫలితాలు కాబట్టి  $P(E) = \frac{2}{36}$  అవుతుంది.

ప్రయోగ ఫలితాలకు సంబంధించిన శాంపుల్ ఆవరణము అనంతమయినప్పుడు పై నిర్వచనం నిరుపయోగమవుతుంది. ఫలితాలు సమసంభవా లనుకోవడం చాల సందర్భాలలో అసంపూర్ణంగాను, అసంపూర్ణంగాను ఉంటుంది. ఉదాహరణకు, 60 సంవత్సరాలు వచ్చిన వ్యక్తి 61 సంవత్సరాలలోగా మరణించే విషయం యొక్క సంభావ్యతా గణనలో అవ్యక్తి మరణించడం, బ్రతికిఉండడం అనే రెండు ఘటనలు సమసంభవా లనుకోవడం అర్థంలేని విషయమవుతుంది కదా? ఇటువంటి చిక్కుల వల్ల పై నిర్వచనాన్ని చాల జాగ్రత్తగా అన్వయిస్తూ ఉపయోగించుకోవాలి.

సాపేక్ష పోనోపున్యన్యాయ పద్ధతిలో సంభావ్యతకు ఇచ్చిన దిగువ నిర్వచనానికి పైలోపాలు లేవు. సదృశ పరిస్థితులలో ప్రయోగము n సార్లు స్వతంత్రంగా జరిపితే, E సంఘటన  $f_E$  సార్లు సంభవించినట్లు కనిపిస్తుంది. ఇటువంటి యాదృచ్ఛిక ప్రయో

గాలలో అనుభవ పూర్వకంగా కనుగొనిన విశిష్ట లక్షణ మేమంటే, n విలువ పెరిగినకొద్దీ  $\frac{f_E}{n}$

అనే E యొక్క సాపేక్ష పోనోపున్య (Relative frequency) విలువ ఒకానొక ఆదర్శాత్మక స్థిరరాశి (Idealised constant) కి దరిదాపులలో కుదురుకొంటుంది. యాదృచ్ఛిక ప్రయోగఫలితాలకు ఈ సాంఖ్యిక క్రమము (Statistical Regularity) ఉంటుందని ప్రయోగాత్మకంగా సరిచూసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకు, నాణెమును ఎగరవేసే ప్రయోగంలో 'E : బొమ్మ రావడం' అనే సంఘటనకు కలిగిన

సాపేక్ష పోనోపున్యము  $\frac{f_E}{n}$ , n పెద్దది అయిన

కొద్దీ,  $\frac{1}{2}$  సామీప్యంలో కుదురుకొంటున్నట్లు

తెలుపుతుంది. ఈ స్థిరరాశి  $\frac{1}{2}$  ను E యొక్క

సంభావ్యత,  $P(E)$  అని షాన్ మైసిన్ ఇచ్చిన నిర్వచనము. సంభావ్యతను ఇట్లా నిర్వచించడంలో ఉన్న చిక్కులు ఏమంటే: (i) n ను అనంతంగా పెంచడం ప్రయోగాత్మకంగా సాధ్యం కాదు; కాబట్టి  $P(E)$  ను ఉజ్జాయింపు మాత్రంగానే తెలుసుకో

వచ్చు (ii) గణితకలన రీత్యా  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f_E}{n}$

ఉంటుందని ఎల్లప్పుడు నిరూపించడం సాధ్యం కాదు.

యాదృచ్ఛిక ప్రయోగాలకు గణిత శాస్త్రానుబద్ధమైన నమూనాలను ప్రతిపాదించి వాటిద్వారా సమంజసమైన అన్వయాల (Valid Inferences) ను రాబట్టడానికి సంభావ్యతా సిద్ధాంతము ఎంతైనా అవసరమవుతుంది. అందువల్ల సంభావ్యతా కలనము (Calculus probability), పై చిక్కులకు గురికాకుండా మరింత కట్టుదిట్టమై, తర్క సమ్మతమైన పరిధులలో జరపడానికి,

సమితి ప్రమేయపు (set function) భావాలను ఉపయోగించి సంభావ్యతా భావాన్ని విశదీకరించారు. ఇట్లాంటి విధానాన్ని "స్వీకృత పద్ధతిలో సంభావ్యతా భావాన్ని విశదీకరించడం" (Axiomatic Approach to Probability) అంటారు. E, అనేది శాంపుల్ ఆవరణ S కు చెందిన ఒక సంఘటన అయితే, కింద చెప్పిన లక్షణాలు కలిగి ఉండే P (E) ను, E యొక్క సంభావ్యతగా స్వీకృత పద్ధతిలో నిర్వచించినారు :

- (i)  $P(S) = 1$ ,      (ii)  $P(E) \geq 0$ .
- (iii) E, F లు S కు చెందిన రెండు పరస్పర వివర్జిత సంఘటనలు అయితే E, F లలో కనీసం ఒక్కదైనా సంభవించే సంభావ్యత,  $P(E + F)$ , అనేది వాటి విడి సంభావ్యతల మొత్తానికి, అంటే  $P(E) + P(F)$  కు సమానము.

## 24. సాంఖ్యికశాస్త్ర పరీక్షలు

సాంఖ్యిక శాస్త్రములో సాంఖ్యిక పరీక్షలు చాల ప్రాముఖ్యమైనవి. ఈ పరీక్షలలో అనేకరకాలైన ప్రతిపాదనలను సరిచూసి పోలుస్తాము. ఉదాహరణకు రెండురకాల పశువుల ఆహారాలలో, ఆ రెండురకాలను - A, B అనువానిని-పోల్చి వలసి వుందనుకొందాము. ఈ రెండురకాల ఆహారాలు వేర్వేరు పశువులకిస్తే వాటి బరువులు ఎక్కువ అవచ్చు, తక్కువ అవచ్చు. అయితే మొదటిరకం ఆహారం వల్ల ఎక్కువయిన బరువు, రెండవరకం ఆహారంవల్ల ఎక్కువయిన బరువుల మధ్య తేడాలు యాదృచ్ఛికమైనవా, లేక ఆ ఆహారముల సమర్థతలలోని తేడాల వల్లనా, అను విషయమును నిర్ణయించవలె ననుకుందాము. ఇందుకు పశువుల సమష్టినుండి రెండు ప్రతిరూపములను (Samples) శాస్త్రీయపద్ధతుల ప్రకారము గ్రహించి ఒక్కొక్క ప్రతిరూపమునకు ఒక్కొక్క రకమైన

ఆధునిక శాస్త్రానికి తాళవుచేది అనీ చెప్పదగినది సాంఖ్యికశాస్త్రము. జన్యుశాస్త్రము (Genetics), వాతావరణ శాస్త్రము (meteorology). భౌతిక శాస్త్రము (Physics), ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగ్ మొదలైనవి సంభావ్యతా సిద్ధాంతాన్ని విరివిగా ఉపయోగించే రంగాలలో ప్రముఖములు. అనిశ్చితత్వానికి గురి అయ్యే ఏ సందర్భాన్నయినా పరిశీలించ వలసిన అవసరం కలిగినప్పుడు సంభావ్యతా సిద్ధాంతము ఎంతగానో ఉపయోగపడుతుంది. అందుచేత నిజజీవితానికి అవసరములైన అనేక సైద్ధాంతిక విశ్లేషణలలో సంభావ్యతా సిద్ధాంతపు ప్రాముఖ్యము నేడు అందరిచేత గుర్తింపబడుతున్నది.

వై. యస్. రామకృష్ణయ్య

ఆహారమును ఇస్తాము. ప్రతి ప్రతిరూపములోని పశువులు జాతి, వయస్సు మున్నగువాని విషయములో ఒకేతీరుగా వుండునట్లు ఏర్పాటు చేయుట ఇంచుమించు అసంభవము. ప్రయోగంలోని ఫలితాలలో తేడా పశువులలోని తేడాలవలన కూడా రావచ్చు. అందుకని ప్రతిరూపాలు శాస్త్రీయ పద్ధతులలో తీసుకోవలసిన అవసరం ఏర్పడుతుంది. అయితే వేర్వేరు ప్రతిరూపాలలోని పశువుల సంఖ్యలు సమానముగా ఉండ నవసరము లేదు.

A, B అనే ఆహారముల తేడా పరీక్షించుటకు ప్రతి ప్రతిరూపములోను పశువులకు ఇచ్చిన ఆహారము వల్ల పొచ్చిన బరువుల సరాసరి కనుగొంటాము. అట్లే ప్రతిరూపముల యొక్క క్రమ విచలనములను కూడా కనుగొని సరాసరులు, క్రమ విచలనములు ఉపయోగించి ఈ పశువుల యొక్క-

హెచ్చిన బరువుల తేడా యాదృచ్ఛికమా లేక ఆహారముల తేడాల వల్లగా అను పరికల్పనను పరీక్షించవచ్చును. ఇందులో పశువులయొక్క హెచ్చిన బరువులలో తేడా యాదృచ్ఛికము; A, B ల తేడాలవల్లకాదు అనుదానిని ప్రాతిపదిక పరికల్పన (Null Hypothesis)  $H_0$  అని అంటారు. దీనితో పోల్చే ప్రత్యామ్నాయ పరికల్పనను సాధారణంగా  $H_1$  అని సూచిస్తాము.

మనము పరీక్షలు చేయునప్పుడు ప్రతిరూపము లోని విలువలను బట్టి ప్రాతిపదిక పరికల్పనను అంగీకరించడమో, తిరస్కరించడమో, చేస్తాము. ఇట్టి పరీక్షా పద్ధతిని సాంఖ్యిక పరీక్ష అంటారు. ఇలా పరీక్షలు చేయునప్పుడు సాధారణంగా మనము రెండువిధాలైన దోషాలను చేయవచ్చును. పశువులలో హెచ్చిన బరువు ఆహారముల తేడాల వల్ల కాకపోయినపుడు, ఆ హెచ్చిన బరువు ఆహారముల తేడాలవల్లనే అని నిర్ణయిస్తే అట్టి నిర్ణయంలో దోషం ఉంటుంది. ఇటువంటి దోషాన్ని మొదటి రకము దోషము అంటాము. అంటే ప్రాతిపదిక పరికల్పన నిజమయినా, దానిని తిరస్కరించుట వలన వచ్చే దోషము మొదటిరకం దోషము అవుతుంది. పశువులలో హెచ్చిన బరువు ఆహారముల తేడాలవల్ల అయినపుడు, ఆ హెచ్చిన బరువులు ఆహారముల తేడాలవల్ల కాదనీ, యాదృచ్ఛికమైనవనీ నిర్ణయిస్తే అట్టి నిర్ణయంలో దోషం ఉంటుంది. ఇటువంటి దోషాన్ని రెండవరకం దోషము అంటాము. అంటే ప్రాతిపదిక పరికల్పన నిజం కాకపోయినపుడు, దానిని అంగీకరించడం వల్ల రెండవరకం దోషం సంభవిస్తుంది.

ప్రతి సాంఖ్యిక పరీక్షలో ఈ రెండురకాల దోషాలు లేకుండా చూడడము చాల అవసరము. కాని ఆ దోషాలను పూర్తిగా నివారించడము ఇంచుమించు అసంభవము. కనుక వాటిని సాధ్యమైనంత తక్కువయేటట్లు చూడవలె. కాని సాధార

ణంగా ఒక దోషమును తక్కువచేసే ప్రయత్నం వల్ల రెండవది పెరిగే అవకాశము ఉంది. కనుక పరీక్షకుముందే మొదటిరకము దోషము యొక్క సంభావ్యత ( $\alpha$ ) గరిష్ట మితిని నిర్ణయిస్తాము. దీనినే 'సార్థకతా స్థాయి' అని అంటారు. రెండవ రకము దోషపు సంభావ్యతను  $\beta$  అని సూచిస్తాము. ప్రాతిపదిక పరికల్పన నిజము కానప్పుడు దానిని తిరస్కరించు సంభావ్యతను 'పరీక్షా శక్తి' అని అంటాము. దీనివిలువ  $1-\beta$  అవుతుంది. ముందుగా నిర్ణయించబడిన సార్థకతా స్థాయి, వాడే పరీక్షల మీద, ప్రతిరూపపు పరిమాణము మీద ఆధారపడి, శాస్త్రప్రకారము నిర్ణయించిన విలువల సమితిలోని  $D_0$  అను పెద్ద విలువను, వీటికై ప్రత్యేకముగా తయారైన పట్టికల నుండి, కనుగొంటాము. ప్రతి రూపపు విలువలమీద ఆధారపడి ఆ పరీక్షకై వాడే సాంఖ్యికము యొక్క విలువ  $D_0$  కంటె ఎక్కువయితే పరికల్పనను తిరస్కరించడము,  $D_0$  కంటె తక్కువ ఉంటే అంగీకరించడము చేస్తాము.  $D_0$  కంటె ఎక్కువగా ఉన్న విలువల సమితిని "సందిగ్ధ ప్రాంతము" అంటాము.

$\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ ) కాని, అంతకు తక్కువ కాని పరిమాణమున్న అన్ని సందిగ్ధ ప్రాంతాలలో దేనికైతే చాల ఎక్కువ శక్తి ఉంటుందో, అట్టి సందిగ్ధ ప్రాంతాన్ని  $\alpha$ - సార్థకతా స్థాయిగల ఉత్తమ సందిగ్ధ ప్రాంతమనిగాని,  $\alpha$ - సార్థకతా స్థాయిగల ఉత్తమ పరీక్ష అనిగాని, అత్యంత శక్తిగల పరీక్ష అని గాని అంటాము. ఇటువంటి ఉత్తమ పరీక్షలు లేక ఉత్తమ సందిగ్ధ ప్రాంతాలను కనుగొను విషయంలో "నేమాన్ - పియర్సన్" అను మహానుభావులు అత్యంత గణనీయ కృషి చేశారు. వాడుకలో ఉన్న కొన్ని పరీక్షలు దిగువ ఇవ్వబడినవి.

### బృహత్ప్రతిరూపపు పరీక్షలు :

సాధారణంగా ప్రతిరూపములోని మూలకముల సంఖ్య బహుళమైనపుడు ప్రతిరూప విభాజనము

సామాన్య విభాజనముగా ఉండును. ఈసూత్రము ననుసరించి బృహత్ప్రతి రూపపు పరీక్షా సాంఖ్యకమును వాడుకాము.

ఒక పెద్ద కొబ్బరితోట నుండి ఎన్నిక చేసిన ప్రతిరూపములో 400 చెట్లు ఉన్నవనుకుందాము. ప్రతిరూపములో సరాసరిని చెట్టుకు కాయ కాయల సంఖ్య 60. దీనిని బట్టి ఈ ప్రతిరూపము 62 కాయల సరాసరి, 30 కాయల క్రమవిచలనము కల ఒక బహుళ సమష్టినుండి తీసుకోబడ్డదా అను అంశమును పరీక్షించవలె ననుకుందాము. అంటే మన ఊహలో మొత్తము కొబ్బరితోటను బహుళ సమష్టిగా అనుకొని ఆతోటలో సరాసరిని చెట్టుకు 62 కాయలు, క్రమ విచలనము 30 కాయలు అనే పరికల్పనను పరీక్షిస్తున్నామన్నమాట. ఇందుకు ఈ ప్రతిరూపము 62 సరాసరి, 30 క్రమ విచలనము కల బహుళ సమష్టి నుండి తీసుకోబడ్డది అనే ప్రాతిపదిక పరికల్పనను తీసుకుంటాము. ఈ పరీక్షకు ప్రతిరూపపు విలువలనుబట్టి వాడు సాంఖ్యకము.

$$|D| = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

ఇచ్చట

$\bar{x}$  = ప్రతిరూపపు విలువల సరాసరి.

$\mu$  = సమష్టియొక్క సరాసరి

$\sigma$  = సమష్టి క్రమవిచలనము

$n$  = ప్రతిరూపపు పరిమాణము.

ఇచ్చట D అను సాంఖ్యకము సామాన్యవిభాజనమును అనుసరిస్తుంది.  $\alpha = 0.05$  సార్థకతా స్థాయితో సామాన్య పట్టికల ఆధారంగా తీసిన  $D_0$  విలువ 1.96; ప్రతిరూపపు విలువలను బట్టి కనుగొన్న  $|D|$  విలువ 1.93; ఇప్పుడు D,  $D_0$  కంటె తక్కువగా ఉందని గుర్తిస్తాము. కనుక

ప్రాతిపదిక పరికల్పనను సీరాకరించుటకు తగిన ఆధారము లేదని నిర్ణయిస్తాము. అంటే పెద్ద కొబ్బరితోటలో చెట్టుకు సరాసరి 62 కాయలు ఉండవచ్చును.

ఈ విధంగానే, ఒక యంత్రముచే తయారు చేయబడు పరికరముల నుండి ఎన్నికైన  $n_1$  పరిమాణముగల ప్రతి రూపములోని పరికరాలలో దోష పరికరముల వంతు  $p_1$  అయి, ఆ యంత్రము బాగుచేసిన తర్వాత తయారు చేయబడు పరికరముల నుండి ఎన్నికైన  $n_2$  పరిమాణముగల ప్రతి రూపములోని పరికరాలలో దోష పరికరముల వంతు  $p_2$  అయితే, ఆ యంత్రము బాగుపడినది లేనిది పరీక్ష చేయుటకై వాడే సాంఖ్యకము,

$$|D| = \left| \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{pq \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \right|,$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2}; q = 1 - p$$

ఇక్కడ.

$n_1$  = మొదటి ప్రతి రూపపు పరిమాణము.

$p_1$  = మొదటి ప్రతి రూపములో దోషపు పరికరముల వంతు.

$n_2$  = యంత్రమును బాగుచేసిన తర్వాత తీసిన ప్రతి రూపపు పరిమాణము.

$p_2$  = రెండవ ప్రతి రూపములో దోషపు పరికరముల వంతు.

లఘు ప్రతిరూప పరీక్షలు : —

ప్రతిరూపపు పరిమాణము పెద్దదిగా ఉండనప్పుడు చేయు పరీక్షలను లఘు ప్రతిరూప పరీక్షలంటాము. ఈ పరీక్షల్లో 'స్పృశంత్ర్య అంకాలు' అను వానిని ఉపయోగిస్తాము. అంటే ఇది సాంఖ్యకము యొక్క విభాజనమును కనుగొనుటలో ఉప

యోగపడు స్వతంత్ర చలరాసుల సంఖ్య అన్న మాట. పైన పేర్కొన్న పశువుల ఆహారాల తేడా విషయం వంటి వానిలో ప్రతి రూపపు పరిమాణాలు తక్కువగా ఉన్నప్పుడు, ఆహారాల తేడాను పరీక్షించడానికి వాడు సాంఖ్యికము.

$$|t| = \left| \frac{\bar{x}_1 - \bar{y}_1}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \right|,$$

$$s^2 = \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} \times$$

$$\left\{ \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 + \sum_{j=1}^{n_2} (y_j - \bar{y}_1)^2 \right\}$$

ఇక్కడ,

$\bar{x}_1$  = మొదటి రకపు ఆహారమువల్ల హెచ్చిన బరువుల సరాసరి.

$\bar{y}_1$  = రెండవ రకపు ఆహారమువల్ల హెచ్చిన బరువుల సరాసరి.

$n_1$  = మొదటి ప్రతిరూపపు పరిమాణము.

$n_2$  = రెండవ ప్రతిరూపపు పరిమాణము.

$s$  = ప్రతిరూపపు విలువలనుబట్టి క్రమ విచలనపు నిష్పాక్షిక అంచనా.

ఈ పరీక్షలో స్వాతంత్ర్య అంకాల సంఖ్య.

$$v = n_1 + n_2 - 2 \text{ అవుతుంది.}$$

ప్రతిరూపము నుండి కనుగొన్న  $t$  విలువ పట్టిక నుండి  $\alpha = 0.05$ ,  $v$  లకు చెందిన  $t_0$  విలువకన్న ఎక్కువయితే ఆహారములలో తేడా లున్నాయని, తక్కువయితే ఆహారములలో తేడాలు లేవని నిర్ణయించవలెను.

అట్లే త్రాగుడుకు అలవాటుపడిన వ్యక్తుల రక్త పీడనములో మార్పు వచ్చినదని అనుకుందాము. అయితే ఈ రక్తపీడనములో మార్పు త్రాగుడు

వల్లనా లేక యాదృచ్ఛిక చాంచల్యాల వల్లనా అనునది నిర్ణయించ వలసినప్పుడు ఉపయోగపడు సాంఖ్యికము.

$$|t| = \left| \frac{(\bar{x} - \mu)}{s} \sqrt{n} \right|;$$

ఇందులో

$\bar{x}$  = ప్రతిరూపపు విలువల సరాసరి.

$s$  = ప్రతిరూపపు విలువలబట్టి క్రమవిచలనపు నిష్పాక్షిక అంచనా,

$n$  = ప్రతిరూపపు పరిమాణము.

$\mu$  = సమష్టి సరాసరి.

ఈ పరీక్షలో ప్రాతిపదిక పరికల్పన  $\mu = 0$  అని స్వాతంత్ర్యాంకములు  $(n - 1)$  అని గ్రహించవలె.

అదే విధముగా ఒకానొక ప్రతిరూపములోని వ్యక్తుల ఎత్తులు కొలిచి, వాటి సరాసరి కనుగొని దానినిబట్టి వ్యక్తుల సమష్టి సరాసరికి చెందిన ప్రాతిపదికను పరీక్షించవచ్చు.

ఒక్కొక్కసారి రెండుకన్న ఎక్కువ ఆహారాలను పోల్చవలసి వుంటుంది. ఎన్నో మందుల ప్రభావాన్ని పోల్చవలసిన అవసరం కలుగుతుంది.

ఒక వ్యవసాయ క్షేత్రములో రెండులేక అంత కన్న ఎక్కువయగు రకాల ఎరువుల శక్తిని పరీక్షింపవలసిన అవసరము కలుగవచ్చు. అందుకు ఆ క్షేత్రమును కొన్ని సమాన భాగాలుగా చేసి ఒక్కొక్క భాగముమీద ఒక్కొక్క ఎరువును వాడి దానివల్ల వచ్చిన పంట ఫలితాలను కనుగొనవచ్చును. ఈ పంటను గురించి తెలుసుకొన్న తర్వాత వీటి తేడాలు యాదృచ్ఛిక చాంచల్యాల వల్లనా లేక ఎరువుల శక్తి వల్లనా తెలుసుకొని, ఎరువుల ప్రభావమును పరీక్ష చేయవచ్చును. ఇటువంటి పరిస్థితులలో  $F$  పరీక్షను ఉపయోగిస్తాము. దీనిని ప్రయోగాత్మక భవనాలలో వాడే విస్తృతి విశ్లేషణములో ఎక్కువగా వాడతాము.

రెండు సామాన్య విభాజనాల విస్తృతి సమానతను పరీక్షించుటకు కూడా  $F$  పరీక్షను ఉపయోగిస్తాము.

పశువుల ఆహారాలకు చెందిన రెండు ప్రతిరూపాలను తీసుకున్నప్పుడు ఒక్కొక్క ప్రతిరూపమునకు చెందిన ఒక్కొక్క రకం ఆహారం వలన పోచిన బరువుల తేడాలు గుర్తిస్తాము. ఇలా పోచిన బరువుల సమష్టల యొక్క విస్తృతుల తేడా గణనీయమైనదా కాదా అని పరిశీలించుటకు వాడు సాంఖ్యికము.

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$F$  యొక్క స్వాతంత్ర్యాంకములు.  $(n_1-1, n_2-1)$

$$s_1^2 = \frac{1}{n_1-1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x})^2;$$

$$s_2^2 = \frac{1}{n_2-1} \sum_{j=1}^{n_2} (y_j - \bar{y})^2;$$

$n_1$  = మొదటి రకం ఆహారము యిచ్చిన పశువుల ప్రతిరూపపు పరిమాణము.

$n_2$  = రెండవ రకం ఆహారము యిచ్చిన పశువుల ప్రతిరూపపు పరిమాణము.

$\bar{x}$  = మొదటి రకం ఆహారంవల్ల పోచిన బరువుల సరాసరి.

$\bar{y}$  = రెండవ రకం ఆహారంవల్ల పోచిన బరువుల సరాసరి.

$x_i$  = మొదటి ప్రతిరూపములోని 'i' వ పశువు యొక్క పోచిన బరువు.

$y_j$  = రెండవ ప్రతిరూపములాని 'j' వ పశువు యొక్క పోచిన బరువు.

నిర్దేశించిన  $\alpha$  కై  $F_{(\alpha-1), (n-1)}$  యొక్క పట్టిక విలువను చూచి, ప్రతిరూపము యొక్క

విలువల నుపయోగించి కనుగొన్న  $F$  విలువ, పట్టిక నుండి తీసిన విలువ  $F_0$  కన్న తక్కువగా ఉన్న యెడల సమష్టలలోని విస్తృతి గణనీయమైనది కాదనీ,  $F$  విలువ, పట్టిక విలువ  $F_0$  కన్న ఎక్కువయితే సమష్టలలో విస్తృతి గణనీయమైనదనీ గ్రహిస్తాము.

ఒక్కొక్కసారి రెండు లక్షణాల పరస్పర స్వాతంత్ర్యమును పరీక్షించవలసి వస్తుంది. ఉదాహరణకు రోగాలు, వాటి నివారణకై వేసిన టీకాల ప్రభావము, పంటలు, వాటికై వాడు ఎరువులు; శ్రీపురుష విభేదము, వారి పరీక్షా ఫలితాలు-మొదలైన రెండు విషయముల స్వాతంత్ర్యములను పరీక్షించవలె ననుకుందాము. ఇటువంటి విషయాలను నిర్ణయించడానికి వాడే పరీక్షను  $X^2$ -పరీక్ష అంటాము, ఈ పరీక్షలో, రెండు లక్షణములు పరస్పరము స్వతంత్రములు అను ప్రాథమిక ప్రాతిపదికను చేస్తాము. తర్వాత పరీక్ష జరిపి ఆ ప్రాతిపదికను తిరస్కరించుట కాని, అంగీకరించుట కాని చేస్తాము. ఇంతేకాక ఒక సమష్టి యొక్క విభాజన మనేది అదివరకే నిర్దేశించిన సైద్ధాంతిక విభాజనము అనే ప్రాథమిక ప్రాతిపదికను పరిశీలించుటకు కూడా ఈ పరీక్షను వాడతాము. దీనినే సంధాన యోగ్యతా పరీక్ష అంటాము.

దీనికై వాడు సాంఖ్యికము :-

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(0_i - e_i)^2}{e_i}$$

ఇక్కడ  $0_i$  = ప్రతిరూపములో  $i$  వ ప్రేక్షితము.

$e_i$  =  $i$  వ ఆనురూప సైద్ధాంతిక విలువ.

$n$  = ప్రతి రూపపు పరిమాణము.

ఈ పరీక్షకు స్వాతంత్ర్యాంకములు  $(n-1)$

సమష్టి సహసంబంధతా గుణకమనేది అదివర నిర్దేశించబడిన సంఖ్య అనెడు ప్రాథమిక ప్రాతిపదిక

కను ప్రతిరూపముయొక్క సహసంబంధతా గుణకపు సహాయముతో పరీక్షించుటకు  $Z$ - పరీక్షను వాడుతాము. దీనికై వాడే సాంఖ్యికము :

$$\left| \frac{Z - \xi}{\sqrt{\frac{1}{n-3}}} \right|$$

ఇచ్చట  $Z = \frac{1}{2} \log \frac{1+r}{1-r}$

$\xi = \frac{1}{2} \log \frac{1+p}{1-p}$

$r$  = ప్రతిరూపమును బట్టి కనుగొన్న సహసంబంధతా గుణకము

$p$  = అదివరకే నిర్దేశించబడిన సమష్టి సహసంబంధతా గుణకము.

$n$  = ప్రతిరూప పరిమాణము.

ప్రతిరూప పరిమాణము కొంచెం పెద్దదిగా ఉన్నప్పుడు ఈ సాంఖ్యికము 0 సరాసరి, 1 విస్తృతికల సామాన్య విభాజనాన్ని అనుసరిస్తుంది.

$(Z - \xi) \sqrt{n-3} > 1.96$  అయితే ప్రాథమిక ప్రాతిపదికను తిరస్కరిస్తాము; లేకపోతే అంగీకరిస్తాము.

అయితే ఈ పరీక్ష లన్నిటిలో ప్రతిరూపపు పరిమాణము ( $n$ ),  $\alpha$  విలువలు అదివరకే నిర్దేశించబడి ఉంటాయి. కాని “అబ్రహామ్ వాల్డ్” (Abraham Wald) ప్రతిపాదించిన ఆనుక్రామిక సంభావ్యతా నిష్పత్తి పరీక్షా పద్ధతిప్రకారం  $n$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  లలో  $\alpha$ ,  $\beta$  విలువలు అదివరకే నిర్దేశించబడి ఉంటాయి. అయితే ప్రతిరూపపు పరిమాణము  $n$  ముందుగానే నిర్దేశింపబడదు. దీని ప్రకారము  $H_0$ ,  $H_1$  లు, సూచింపబడిన ఏవేని, రెండు పరికల్పనలనుకోండి.  $H_0$ ,  $H_1$  లు నిజమైనపుడు

యాదృచ్ఛిక చలరాశి  $X$  యొక్క సంభావ్యతా, సాంద్రతా ప్రమేయములు వరుసగా  $f_0(x)$ ,  $f_1(x)$  అనుకోండి. ప్రతిరూపమునకై ఎన్నికలయిన విలువలు వరుసగా  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , ..... అని సూచిద్దాము.

$A$ ,  $B$ ; ( $0 < B < 1 < A$ ) అనే ధనాత్మక సంఖ్యలను, సంభావ్యతా నిష్పత్తులు

$$\lambda_m = \frac{\pi}{i=1} \left\{ \frac{f_1(x_i)}{f_0(x_i)} \right\}, m = 1, 2, 3, \dots$$

వాడి ఆనుక్రామిక సంభావ్యతా నిష్పత్తి పరీక్షను ఈ విధంగా నిర్వచిస్తాము.

$x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  ... విలువలు వరుసగా ఇచ్చు  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  ... లను కనుక్కొని  $\lambda_m \leq B$  అయితే  $H_0$  ను అంగీకరిస్తాము.  $\lambda_m \geq A$  అయితే  $H_0$  ను తిరస్కరించి  $H_1$  ను అంగీకరిస్తాము.  $\lambda_m \leq B$  కాని  $\lambda_m \geq A$  కాని అగు  $n$  విలువ వచ్చు వరకూ ప్రతిరూపములో కొత్త విలువలను ఎన్నుతూ పోతాము. సైద్ధాంతికముగా ఇటువంటి  $n$  విలువ ఈ పద్ధతిలో ఎప్పుడో ఒకప్పుడు సంభవము అని చూపవచ్చు. ఇటువంటి పరీక్షా పద్ధతిని ‘ఆనుక్రామిక సంభావ్యతా నిష్పత్తి పరీక్ష’ అంటారు.  $A, B$  ల ఉజ్జాయింపు విలువలు :

$$A = \frac{1-\beta}{\alpha}, B = \frac{\beta}{1-\alpha} \text{ అని గ్రహించ}$$

వలె. ఒకే  $\alpha$ ,  $\beta$  విలువలకు ఈ పద్ధతిప్రకారము వచ్చు సరాసరి  $n$  విలువ ఇంత క్రితము చెప్పిన పరీక్షలలో వాడిన  $n$  విలువకన్నా సాధారణంగా తక్కువ ఉంటుంది. ఈరకంగా కొన్ని కొన్ని సాంఖ్యిక సార్థకతా పరీక్షలను అవసరాన్ని బట్టి ఉపయోగిస్తాము.



### అపరామితియ పరీక్షలు :

పైన పేర్కొన్న సాంఖ్యిక పరీక్ష లన్నిటిలోను సమష్టియొక్క విభాజనమును గురించిన విషయము ముందే తెలియవలసి ఉంటుంది. కాని ఒక్కొక్క సారి సమష్టియొక్క విభాజనమును గురించి ఏమియు తెలియదు. అటువంటప్పుడు ఆపరామితియ పరీక్షలు వాడుతాము. వీటిలో ముఖ్యంగా.

- (i) నైన్ పరీక్ష
- (ii) మధ్యగత పరీక్ష
- (iii) రన్ పరీక్ష
- (iv) కోలోమా గ్రూప్ స్మిర్ నోవ్ పరీక్ష.
- (v) స్పియర్ మన్ కోటి సహసంబంధతా గుణకముపై ఆధారపడిన పరీక్ష.
- (vi) విల్ కాక్సన్ పరీక్ష.
- (vii) మాన్ వై ట్ నీ పరీక్ష.

ఈ పరీక్షలు పరామితియ పరీక్షలకన్నా కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో ఎక్కువ ప్రయోజనకరముగా కనిపిస్తాయి. అయితే ఈ పరీక్షలు మరి కొన్ని సందర్భాలలో పరామితియ పరీక్షలకు సాటిరావని కూడా గ్రహించవలె.

ఈ విధమైన ఇంకా ఎన్నో రకాల సాంఖ్యిక సార్థకతా పరీక్షలు వున్నాయి. అనుకూలతను బట్టి, పరిశీలించ వలసిన ప్రాథమిక ప్రాతిపదికనుబట్టి వీనిని ఎన్నిక చేయవలె. సాంఖ్యిక శాస్త్రమునకు సాంఖ్యిక పరీక్షలు తలమానికము వంటివి. ఎన్నో రకాల ప్రాతిపదిక పరికల్పనలను పరీక్షించుటకు ఈ పరీక్షలను నేడు అనేక రంగాలలో వాడుతున్నారు.

యం. యస్. రామచంద్రమూర్తి.

## 25. ప్రతిరూప గ్రహణము

కూరగాయలు కొనడమునుంచి జాతీయ ఆదాయపు అంచనా వరకు నిత్యజీవితంలో ఎన్నో సందర్భాలలో మనము ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతులను వాడుతూనే ఉంటాము. మనము ఏ బృంద లక్షణాన్ని పరిశీలించ దలచుకొన్నామో ఆ బృందపు ఒక భాగాన్ని మాత్రమే తీసుకొని దానికి చెందిన లక్షణిక విషయాలలో దత్తాంశ సేకరణచేస్తాము. ఆ దత్తాంశ సహాయంతో బృందపు పరామితులను అంచనా వేస్తాము. అట్లాంటి బృందభాగాన్ని ప్రతిరూపము అంటాము. ఆ ప్రతిరూపాన్ని ఎన్నిక చేయు పద్ధతిని ప్రతిరూప గ్రహణము అని అంటాము.

ఏదేశములోనైనా ప్రభుత్వము, ప్రణాళికలను తయారు చేయవలెనంటే, పెరిగే జనాభా అవసరాలు, వారికి కావలసిన ఆహారము, వస్త్రాలు, ఇండ్లు, పాఠశాలలు, ఉద్యోగాలు మున్నగు అనేక విషయాలకు చెందిన వివరాలు అవసరము. అయితే వీటిని గురించిన నిర్దుష్టమైన పూర్తి వివరాలను సేకరించుట ఎల్లప్పుడూ సాధ్యముకాదు.

సంపూర్ణ దత్తాంశము తీసుకొన్న ఎడల ఎక్కువ ధనవ్యయము కాలవ్యయము అవుతాయి. అంతేకాక కొన్ని సర్వేలలో దత్తాంశ సేకరణకై తర్పిడు పొందిన పరిశోధకులు, ప్రత్యేక పరికరాలు అవసరము. అందుచే నిర్దుష్టమైన పూర్తి దత్తాంశ

సేకరణలో శ్రమ, వ్యయము, ఎక్కువ. శాస్త్రీయ పద్ధతులలో దత్తాంశ సేకరణ చేయని యెడల, నిర్దష్టమైన దత్తాంశము లభించదు. అప్పుడు ఆట వంటి దత్తాంశము నుండి వేసిన అంచనా పాక్షిక అంచనా అవుతుంది. కొన్ని పరిస్థితులలో పూర్తి దత్తాంశ సేకరణ అసంభవము. ఒక చెరువులోని చేపల సంఖ్యను, వాటిని గురించిన వివరాలను తెలిసి కొనవలెనన్న, ప్రతిరూపము ద్వారా చెరువులోని మొత్తము చేపలను అంచనావేయగలమేకాని పూర్తి దత్తాంశ సేకరణ చేయలేము. ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతిద్వారా బృంద పరామితికి అంతర అంచనా కూడ వేయవచ్చు. ఉదాహరణకు, చెరువులోని మొత్తము చేపల సంఖ్య ఏరెండు సంఖ్యల మధ్య, అంటే ఏ అంతరములో ఉండునో అంచనా వేయుచూ, ఆవిధమైన అంచనా ఎంత శాతము నిజమగునో చెప్పవచ్చును. అయితే, ఓటర్ల జాబితా వంటి కొన్నిటి తయారీనిషయంలో సంపూర్ణ గణనమే చేయవలసి వుంటుంది.

40 సంవత్సరముల క్రితము వరకూ ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతులుగానీ, తద్వారా బృందపు పరామితి యొక్క అంచనా పద్ధతులు కానీ, శాస్త్రీయ పద్ధతిలో అంతగా వృద్ధి చెందలేదు. సంపూర్ణ దత్తాంశ సేకరణకు అలవాటు పడిన అధికారులు, ఆరోజుల్లో ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతుల యెడల, వాటి సమర్థతల ఎడల సందేహాలను వెలిబుచ్చి నారు. కాని నేడు అట్టి సందేహాలకు తావులేనట్లుగా ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతులు అభివృద్ధి చెందాయి. 1947 వ సంవత్సరములో 'యూనైటెడ్ నేషన్స్ సబ్ కమిషన్' కూడా సంపూర్ణ దత్తాంశ సేకరణ కంటే, శాస్త్రీయ పద్ధతులలో చేసిన ప్రతిరూప గ్రహణము వల్ల వచ్చు లాభములను చాలా ప్రశంసించింది. 1950 లో ఫిషర్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు కూడా పూర్వపు పద్ధతుల ప్రకారము చేయు సంపూర్ణ దత్తాంశ సేకరణకంటే ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతిలో

అవసరానికి అనుగుణంగా మలచుకొనే శక్తి, వేగము, మిత వ్యయము, వుంటాయని చెప్పారు. అంతేకాక సర్వేచేయుటకు ముందుగా చేయు ప్రతిరూప రచనను దత్తాంశ సేకరణ పద్ధతులను చూచిన యెడల, ప్రతిరూప గ్రహణమే ఒక విజ్ఞాన శాస్త్రభాగముగ గణింపవచ్చునని ఆయన అన్నారు.

శాస్త్రీయంగా, ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతిని ఉపయోగించి బృందపు పరామితిని అంచనావేయుటకు అనేక పద్ధతులను అవలంబించినారు. వీటిలో సరళ యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప గ్రహణము మొదటిది, అతి సులభమైనది. ఉదాహరణకు పంటల సర్వేలలో 300 పొలాలనుంచి 30 పొలాల యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూపాన్ని తీయవలెనన్న మొత్తము బృందములో ఉన్న 300 యూనిట్లను 1, 2, 3... 300, తో సంకేతించి, బృందములోని 1 నుంచి, 300 వరకూ గల సంఖ్యలను చిన్న చీటిల మీద వ్రాసి, వాటిని బాగుగా కలిపి, అందులో నుండి 30 చీటిలను ఎన్ని ఆ చీటిలలోని సంఖ్యలకు చెందిన పొలాలను ప్రతిరూపముగా తీసుకొను పద్ధతినే యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప గ్రహణమని అంటాము. పొలాల సంఖ్య చాలా పెద్దదిగా ఉన్నప్పుడు 'బొప్పెట్టు యాదృచ్ఛిక పద్ధతిని' వాడి ప్రతిరూపాన్ని ఎన్నుకోవచ్చు. ఈ 30 చీటిలను ఒకదాని తర్వాత ఒకటి ఎంచునప్పుడు, ప్రతిసారి చీటిని ఎంచుటకు ముందు, అంతక్రితము ఎన్నిన చీటిని మొత్తము చీటిలలో కలిపి తర్వాత చీటిని, ఎన్నిన, ఆ ప్రతిరూప గ్రహణమును తిరిగి చేర్చు సరళ యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప గ్రహణమని అంటాము. అట్లుకాక చీటిలను తిరిగి చేర్చకుండా వరుసగా ఎన్నిన, దానిని తిరిగి చేర్చని సరళ యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప గ్రహణము అని అంటాము. అంటే తిరిగి చేర్చు ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతిలో ఒకే పొలము తిరిగి ఒకసారి కంటే ఎక్కువసార్లు, వచ్చు ఆవకాశము కలదు.

బృందపు విస్తృతి తగ్గిన కొలదీ సరైన బృంద పరామితి అంచనా యొక్క సూక్ష్మత పెరుగుతూ ఉండవలె. ఇది సరైన ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతి యొక్క ముఖ్య ఆశయము. దీనికై స్తరిత యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతిని, క్రమానుగత గ్రహణ పద్ధతిని కూడా ప్రవేశపెట్టినారు.

స్తరిత యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప గ్రహణములో, పరిశీలించ వలసిన మొత్తము బృందాన్ని, ఏదైనా ఒక లక్షణము ప్రకారము ఒక్కొక్క స్తరితములో పరుసగా  $N_1, N_2, \dots, N_k$  యూనిట్లు ఉండే టట్టు, పరస్పరము అవ్యాప్తులుగా,  $k$  ఉప బృందాలుగా విభజించి, ప్రతి ఉపబృందము నుంచి స్వతంత్రంగా వేరువేరు యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూపాలను ఎన్నుకుంటాము. ఈ పద్ధతి ప్రకారము ఒక ప్రాంతంలోని పట్టణాలను వాటి జనాభా ననుసరించి, విభజించి, అలా విభజించిన ఉపబృందాల నుంచి ముందుగా నిర్దేశించిన పరిమాణము గల యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూపాలను ఎన్నుకుంటాము. ఇదేవిధంగా ఒక ప్రాంతానికి సంబంధించిన వైశాల్యాన్ని, సాగుబడి నేల, కొండనేల, సముద్రతీర ప్రాంతము, మొదలైన స్తరాలుగా విభజింపవచ్చు. ఒక ప్రాంతంలోని పట్టణాలను వాటి జనాభా ననుసరించి విభజించడం, ఒక పట్టణంలోని వ్యక్తులను వారి ఆదాయాన్ని అనుసరించి విభజించడం, ఒక పట్టణంలోని దుకాణాలను వాటి అమ్మకాలను బట్టి విభజించడం, మొదలైనవి స్తరిత యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప గ్రహణము యొక్క మరికొన్ని ఉదాహరణలు.

బృందంలోని  $N$  యూనిట్లను, ఏదో ఒక క్రమంలో 1 నుంచి  $N$  వరకు అంకెలతో గుర్తించి నారనుకొందాము. ఇందులో నుంచి  $n$  పరిమాణంగా గల ప్రతిరూపాన్ని ఎంచుకోవలె నంటే  $\frac{N}{n} = k$  ( $k$  భిన్నము అయితే దానికి దగ్గర పూర్ణాంకాన్ని

తీసుకోవలె) పూర్ణాంకాన్ని గుర్తించవలె. 1 నుంచి  $k$  వరకు గల అంకెలలో ఏదో ఒక అంకె,  $i$  ను యాదృచ్ఛికంగా తీసుకోవలె. ఇప్పుడు  $i, i+k, i+2k, \dots, i+n-1k$  అంకెలతో గుర్తించిన  $n$  యూనిట్లతో,  $n$  పరిమాణంగా గల ప్రతిరూపాన్ని ఎన్నిక చేయవలె. ఈ పద్ధతితో చేసే ప్రతిరూపాన్ని క్రమానుగత ప్రతిరూప గ్రహణము అంటాము. 1 కి  $k$  కి మధ్య యాదృచ్ఛికంగా ఎన్నుకొన్న అంకెను యాదృచ్ఛిక ప్రారంభము అంటాము.  $k$  ను ప్రతిరూప గ్రహణ అంతరము అంటాము. క్రమానుగత ప్రతిరూప గ్రహణపద్ధతి, బృహత్పరిమాణ ప్రతిరూపంలో చాలా అనుకూలంగా ఉంటుంది. 2,000 పుటలుగల పుస్తకం నుంచి 100 పుటలుగల ప్రతిరూపాన్ని శబ్ద వ్యుత్పత్తి పరిశీలనకు ఎన్నుకోవలెనంటే, మొదటిపుట నుంచి 20 వ పుటవరకు ఉన్న పుటలలో ఏదో ఒకపుటను యాదృచ్ఛికంగా ఎన్నుకొని, తరువాత ప్రతి 20 వ పుటను తీసుకొంటాము. ఈ పద్ధతి చాలా అనుకూలంగా ఉంటుంది. కాని అడవులకు చెందిన సర్వేలలో యీ పద్ధతి చాలా కష్టము. ఈ పద్ధతి నేర్చుకొనడం చాలా సులభమైంది కావడం వల్ల గణకులకు ఇది నేర్పడం చాలా తేలిక. కావలసిన ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతి అనేక స్థానాలలో ఉన్న అనేకులు చేయవలసి వస్తే, ఈ పద్ధతి చాలా అనుకూలము. ఒకే స్థానంలో కూడా బృందం చాలా పెద్దది అయినప్పుడు, ఈ పద్ధతి వీలుగా ఉంటుంది. జనాభాలెక్క (సెన్సస్)లో క్రమానుగత ప్రతిరూపమును ఎక్కువగా వాడతాము. మరి తక్కువ ఖర్చువల్ల, ప్రతిరూపపు ఎన్నికలోని సులభతవల్ల ఈ పద్ధతిని చాలా సందర్భాలలో వాడుతున్నారు. ప్రతిరూపపు ఎన్నికను ఎంతోమంది చేయవలసి ఉన్నప్పుడూ, భారీఎత్తున జరిగే ప్రతిరూపపు ఎన్నికమీద అజమాయిషీ చేయవలసి వచ్చినప్పుడూ ఈ పద్ధతి చాలా అనుకూలము. అంతే కాకుండా యాదృచ్ఛిక ప్రారంభాన్ని, ప్రతిరూప గ్రహణ

అంతరాన్ని సరిఅయిన విధంగా ముందే నిర్ణయించడం ద్వారా పాక్షికతను, ప్రతిరూప గ్రహణ దోషాలను చాలా వరకు తగ్గించవచ్చు. ప్రతిరూప మునకు చెందిన స్థలాలలోనే, ప్రతిరూపమునకు చెందిన దత్తాంశ సేకరణ చేయవలసి నప్పుడు ఈ పద్ధతి చాల మంచిది.

ఈ పైన చెప్పిన మూడుపద్ధతులలో బృందపు యూనిట్ ను సమాన సంభావ్యతలతోనే ఎంచుతారు. కొన్ని సమయాలలో అసమాన సంభావ్యతలతో బృందపు యూనిట్ లను ఎంచుటచే బృందపు విస్తృతి తగ్గుతుంది. అందుచే పై చెప్పిన పద్ధతుల లోనేకాక, అసమాన సంభావ్యతలతో యూనిట్ లను ఎంచు ప్రతిరూప గ్రహణమును కూడా కొన్ని సందర్భాలలో చేయవలసి వుంటుంది. ఈ పద్ధతులన్నిటిలో బృందపు పరామితి అంచనా, నిష్పాక్షిక అంచనాకు ఆధారము అవుతుంది.

అదనపు సమాచార సహాయంతో వేసిన అంచనా, పాక్షిక అంచనాపై ఆధారపడిననూ, దానివలన బృందపు విస్తృతి తగ్గుటచే, నిష్పత్తి అంచనా, ప్రతిగమన అంచనా, అనే అంచనాలను ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతిలో ప్రవేశ పెట్టారు. నిష్పత్తి అంచనాలకు, ఇతరత్రా లభించే అదనపు సమాచారమును కూడ వాడుతారు. ఉదాహరణకు, సాంఘిక, ఆర్థిక సమస్యలకు చెందిన సర్వేలలో కుటుంబానికి చెందిన ఆదాయము, ఖర్చుల నిష్పత్తులు, ఉద్యోగుల - నిరుద్యోగుల నిష్పత్తి, జననరేటు, మరణరేటు వంటి నిష్పత్తులకు చాలా ప్రాముఖ్యముంది. ఇదేవిధంగా వ్యవసాయ విషయంలో పంటల ఫలితాల నిష్పత్తుల వంటి వాటికీ, పారిశ్రామిక విషయంలో పెట్టుబడి, ఉత్పత్తుల నిష్పత్తులవంటి వాటికీ, చాలా ప్రాముఖ్యముంది. ఇటువంటి అంచనాల విషయంలో ఇతరత్రా లభించే అదనపు సమాచారాన్ని వృథా పోషియకుండా సరిఅయిన విధంగా వాడడం

వల్ల సూక్ష్మతను అధికం చేయవచ్చు. 1930 లో అమెరికాలోని 196 పట్టణములనుంచి సరళయాద్యుచ్చిక పద్ధతిలో 49 పట్టణములను తీసికొని, ఈ 49 పట్టణముల మొత్తము జనాభాను కనుగొనిరి. ఇవే 49 పట్టణములకు, మొత్తము 196 పట్టణములకు, చెందిన 1920 లోని జనాభాలను తీసికొని, వాటి సహాయంతో ఈ 196 పట్టణములకు చెందిన 1930 లో మొత్తము జనాభాను నిష్పత్తి అంచనా వేసిన, ఈ అంచనా సరళ యాద్యుచ్చిక ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతిలో వేసిన అంచనా కంటె ఎక్కువ సూక్ష్మత కలదని కనుగొనిరి.

ఇంతేకాక, గుచ్చాల ప్రతిరూప గ్రహణము, ఉపప్రతిరూప గ్రహణము వంటి అనేక ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతులు కూడా వాడుకలో వున్నవి. ఈ పద్ధతులలో దేనినైనను సేకరించిన దత్తాంశమును బట్టి, అవసరాలను బట్టి, సర్వేకై కేటాయించిన ధనాన్ని బట్టి, బృందపరామితి అంచనాకు కావలసిన సూక్ష్మతను బట్టి వాడుతాము. వీనిని మరల అసమాన సంభావ్యతా పద్ధతుల ప్రకారము చేయవచ్చును.

మన దేశంలో అనేక విషయాలను గుఱించి తెలిసికొనుటకై సర్వేలను చేస్తున్నాము. వైశాల్య విషయానికి చెందిన సర్వేలకు ముఖ్యంగా రెండు పద్ధతులను వాడవచ్చు. వ్యవసాయదారులను, వారు సాగుబడి చేసే భూముల గురించిన వివరాలను ఇవ్వమని అడుగవచ్చు. లేదా, దేశంలోని ప్రతి భాగాన్ని దర్శించి దాని ఉపయోగాన్ని నిర్ణయించవచ్చు. మొదటిపద్ధతిలోచేస్తే 'కమతాల(హార్లింగుల) లెక్క' అనీ, రెండవ పద్ధతిలో చేస్తే 'కెడ స్ట్రీ సర్వే' అని అంటాము. దేశానికిగాని, జిల్లాకుగాని, పల్లెకుగాని, సంబంధించిన పొలాల వైశాల్యాలను వివరంగా తెలియజేసే పటాలుగనుక ఉన్నట్లయితే, యాద్యుచ్చికంగా ఆ పటంమీద కొన్ని బిందువులను ఎన్నుకొని గ్రిడ్ ప్రతిరూప గ్రహణం చేయ

వచ్చు. ఇట్లా ఎన్నుకొన్న బిందువులను వాడి, నిర్ణీతరూపం వైశాల్యంగల గ్రిడ్లను పటంపై గుర్తించవచ్చు. ఉదాహరణకు, ఎన్నిన బిందువు ఈశాన్యమూలకు వచ్చేటట్లుగా ఒక నిర్ణీతరూపం (అంటే ప్రత్యేకమైన కొలతలుగల దీర్ఘచతురస్రాకార వైశాల్యం) గల ప్రతిరూప పొలాన్ని ఎన్నిక చేయవలెనని నిర్ణయించవచ్చు. ఇట్లా ఎన్నిక చేసిన పొలాలకు చెందిన వివరాలను వివరంగా సేకరించవలె. అన్ని వివరాలూ బాగా ఇచ్చిన పటాలు లభిస్తేనే ఈ పద్ధతి అనుకూలంగా ఉంటుంది. ఈపద్ధతి చాలా సులభంగా చేయవచ్చు. యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప గ్రహణానికి చెందిన విశ్లేషణకు ఇది అనుకూలంగా ఉంటుంది. అభిలభారత గ్రామీణ పరవతి సర్వే ద్వారా దేశంలోని గ్రామీణ ప్రాంతంలోని పరవతి స్థితిని పరిశీలించారు. ఇంతే కాక జనాభా విషయిక సర్వేలు, పారిశ్రామిక సర్వేలు, బహు విషయిక సర్వేలు మున్నగు వివిధ

సర్వేలను కూడా చేస్తున్నాము. జాతీయాభివృద్ధికి చేసే యోచనలకై, పూర్తి దేశానికి చెందిన విశ్వసనీయమైన, సాంఘిక, ఆర్థిక దత్తాంశం, ప్రభుత్వానికి తదితర సంస్థలకు కూడా చాలా అవసరమగుటచే, అంతటంతటా విరివిగ సర్వేలను కొనసాగించడానికి, నేషనల్ శాంపుల్ సర్వేలను 1950 లో ప్రారంభించి ఇంతవరకూ అవిచ్ఛిన్నంగా కొనసాగిస్తూనే ఉన్నాము.

నేడు జాతీయ, అంతర్జాతీయ స్థాయిలలో, ప్రతిరూప గ్రహణ ఆవశ్యకత గ్రహింపబడినది. సర్వేలోని వేరువేరు స్థితులలో సంపాదించిన అనుభవంతోనూ, పరిమిత వ్యయముతో ఎక్కువ సూక్ష్మతను సాధించవలయునను ఉద్దేశముతోనూ, ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతిలో నూతన పరిశోధనలు విస్తృతంగా సాగుచునే యున్నవి.

డా. రమణ సోమయాజులు.

## 26. రచనలు

“రచనలు” సాంఖ్యికశాస్త్రములోని అతిముఖ్యమైన భాగాలలో ఒకటి. కొన్ని ధాన్యపు రకాల ఫలసాయాలను కానీ, మందుల వాడుక వలని ఫలితాలను కానీ, పరిశ్రా విధానాలను కానీ, లేక ఇట్టి మరి వేనినైననుకానీ పోల్చవలెనంటే “రచనలను” వాడుతారు. ఉదాహరణకు ఆరురకాల వరియొక్క ఫలసాయాలను పోల్చవలసి ఉందనుకుందాము. ఈ ఆరురకాల వరిని ఒకపొలములోని ఆరు వేర్వేరు భాగాలలో చల్లి వచ్చిన పంటలను పోల్చవచ్చు. అయితే ఆలా చల్లినప్పుడు రెండవ రకపు వరి నిజంగా మంచిరకమైనా, అది చల్లిన పొలపు భాగము మిగిలిన భాగాలకంటే సారహీనమై ఉండవచ్చు. ఈ భాగము ఒకమూలకు ఉండుటవల్ల నీరు బాగా అందకపోయి ఉండవచ్చు. లేదా వాడిన రసాయనిక ఎరువుల సిష్టత్తి ఈ రకపు వరికి

సరిపడక పోవచ్చు. వేర్వేరు ధాన్యాలను పోల్చినప్పుడు ఇటువంటి వేర్వేరు కారణాలవల్ల మనకు సత్యదూరములైన ఫలితాలు తటస్థ పడవచ్చు, అంటే కాకుండా ఆదేరకపు ధాన్యాన్ని ఒకే సారముగల నేలలో వేర్వేరు సమయాలలో చల్లినప్పుడు వేర్వేరు ఫలసాయాలు లభించవచ్చు. ఇటువంటి ప్రయోగాలలో విచరణము తప్పక ఉంటుంది. అందుచేత ఎటువలు, వేర్వేరు సారాలుగల భూభాగాలు, నీటిపారుదల వంటి కారకాలు అన్నిరకాల ధాన్యాలకు చెందునట్లు సాంఖ్యికశాస్త్ర ప్రకారము, రచనచేసి వచ్చిన ఫలసాయాలను సులభముగా పోల్చవచ్చు. ఆ ఫలసాయాలలోని విచరణను అంచనా వేయవచ్చు, ఇదేవిధముగా చేసిన ప్రతి పంట విషయములో వచ్చు ఫలితాలు ఇంచుమించు ఏ అవధులలో ఉంటాయో కూడా అంచనా వేయ

వచ్చు. విశ్లేషణ ద్వారా అన్ని పంటలూ ఒకే ఫల సాయాన్ని ఇవ్వవని తేలినప్పుడు, తగిన పరీక్షల ద్వారా వానిలో, ఏ ఏ పంటలు ఒకేమాదిరిగ ఉన్నవి, ఏ ఏ పంటలు వేరొక మాదిరిగ ఉన్నవి అను విషయాలను కూడా నిర్ణయించవచ్చు.

ప్రయోగాలలో విచరణ సహజమనీ, దానిని యాదృచ్ఛికీకరణమును, పునరావృత్తి ద్వారా అదుపులో పెట్టవచ్చునని ఫిషర్ సూచించినాడు. అదుపిక రచనా పద్ధతుల వాడుకకు ముందు, పంటల విషయములో క్రమానుగత రచనలు అమలులో ఉండెడివి. A, B, C అనే మూడు పంటలను పోల్చుటకై పొలములోని తొమ్మిది భాగాలలో అనాటివారు చేసిన పంటల ఏర్పాటులలో కొన్ని దిగువ సూచింపబడినవి.

A A A	B B B	C C C
-------	-------	-------

A B C	A B C
B C A	C A B
C A B	B C A

1872 ప్రాంతమున డెన్మార్క్‌లో వాడిన నబ్‌విక్ క్రమానుగతరచన, 25 భూభాగాలలో 5 పంటల విషయములో దిగువ ఉదాహరింపబడినది.

A	B	C	D	E
D	E	A	B	C
B	C	D	E	A
E	A	B	C	D
C	D	E	A	B

నేడు అన్ని చికిత్సలను వేర్వేరు కారణాల ప్రభావానికి గురిచేసి ప్రయోగమును జరిపి, చికిత్సలపై వేర్వేరు కారణాల ప్రభావాలతోపాటు, యాదృచ్ఛిక దాంఛల్యాల ఫలితాలను కూడా అంచనా వేస్తు

(8)

న్నారు. చిన్న భూభాగాల విషయములో అంతగా కాకపోయినా పెద్ద భూభాగాల విషయములో ఆ భూభాగపు ఆకారముమీద కూడా ఫలితాల విచరణము ఆధారపడి ఉంటుంది. బ్లాకులలోని ప్లాట్లలోని విచరణము అతి స్వల్పముగా ఉండునట్లుగా ప్లాట్ల ఆకారమును ఎన్నుకోవలసి ఉంటుంది.

భూమి అంతా ఒకేవిధమైన సారము కలది అయిన, దానిని ఒకేమాదిరి భాగములుగా విభజించి వానికి పంటలను యాదృచ్ఛికముగా కేటాయించి విశ్లేషణ చేయవచ్చు. A, B, C, D అను నవి పోల్చవలసిన 4 రకాల పంటలు అయితే ఈ రచన దిగువ విధముగా ఉండవచ్చు.

C	B	A	A	D
A	C	D	B	C
D	C	A	C	D

ఇచ్చట అన్ని పంటలను ఒకే సంఖ్యగల భూభాగాలలో చల్లవలసిన అవసరము లేదు. ఒక్కొక్కసారి నమూనా సంఖ్యగల భూభాగాలలో చల్లినా, అనివార్య కారణాల వల్ల కొన్ని ఫలితాలు నాశనమై మనకు తెలియకుండా పోవచ్చు. ఇట్టి రచనను సంపూర్ణ యాదృచ్ఛిక కృత రచన అని అంటారు.

భూభాగాలు కూడా సారము విషయములో మారినప్పుడు వేర్వేరు సారాలుగల భాగాలను వేర్వేరు భాగాలుగా విభజించి, ప్రతిబ్లాకులోను కొన్ని ప్లాట్లను ఏర్పరచి ఆ ప్లాట్లకు పరిశీలించవలసిన పంటలను యాదృచ్ఛికముగా నిర్ణయించిన యెడల అట్టి రచనను యాదృచ్ఛిక కృత బ్లాకు రచన అని అంటారు. 4 పంటల విషయములో అది దిగువ ఇచ్చిన విధంగా ఉండవచ్చు.

బ్లాకు	I	A	B	D	C
బ్లాకు	II	B	C	D	A
బ్లాకు	III	C	A	B	D

ఇట్టి రచనలో, ఒక్కొక్కసారి యాదృచ్ఛికముగా ఒకే పంట మొదటి బ్లాకులో వచ్చిన స్థానము క్రిందనే ఉన్న, రెండవ బ్లాకులోని స్థానము లోనికి రావచ్చు. దాని వలన నేలలోని మార్పు ఫలితము యాదృచ్ఛికముగా ఆపంటమీద తక్కువ గానూ వేరుపంటలమీద ఎక్కువగానూ ఉండవచ్చు. అందువల్ల ప్రతిపంట నిలువవరుసలోను అడ్డవరుస లోను ఒక్కసారి మాత్రమే వచ్చునట్లు ఏర్పాటు చేస్తారు. ఇట్టి రచనలను లాటిన్ చతురస్రములు అని అంటారు.

4 పంటల విషయంలో ఒక లాటిన్ చతురస్రపు రచన దిగువ ఇవ్వబడినది :

సమయము				
బ్లాకు	జూన్	అక్టోబరు	డిశంబరు	ఫిబ్రవరి
I	A	B	C	D
II	B	A	D	C
III	C	D	B	A
IV	D	C	A	B

ఈ రచనను, మూడు కారణాలవల్ల వచ్చు విచరణను, అదుపులో పెట్టుటకు వాడవచ్చు. పంటలు వేర్వేరు కాలాలలో వేర్వేరు సారాలుగల భూభాగాలలో వేసి, ఈ రచన సహాయంతో, పంటలపై కాల ప్రభావాన్ని కూడా పరిశీలించవచ్చు.

ఈ రచనలను ఒక్క పంటల విషయములోనే కాక వేర్వేరు పరిశ్రా విధానాలను పరిశీలించుటకు కూడా వాడవచ్చు. అప్పుడు విద్యార్థులను బాలికలు, బాలురు, తెలుగుభాషలో చదువువారు, వేరుభాషలో చదువువారు అనునటువంటి వేర్వేరు విభజనలకు చెందిన బాలుకులుగా విభజింపవచ్చు.

కొన్ని ప్రయోగాలలో విజయము కానీ, అపజయము కానీ వానిపై చేసే రచనమీదనే కాక పోల్చుటకై ఎన్నుకున్న చికిత్సల మీద కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది. పోల్చుటకై అన్ని క్రొత్త పద్ధతులనే కాక, కొన్ని వాడుకలో ఉన్నవానిని కూడా ఎన్నుకొన్నప్పుడే క్రొత్త పద్ధతుల మంచి చెడ్డలు తెలుస్తాయి. రొద్దెల నాణ్యతకై ముడిసరకుల వేర్వేరు పాళ్లనూ, వేర్వేరు రొద్దెలను కాల్చి (బేకింగు) ఉష్ణోగ్రతలనూ పోల్చవలసి ఉంటుంది. వానిలో ఏ కలయిక అత్యనుకూల ఫలితాన్ని ఇవ్వగలదో పరిశీలించవలసి ఉంటుంది. వేర్వేరు రకాల క్రిములపై, వానిని నాశనము చేయటానికి, వేర్వేరు పాళ్లలో వాడు క్రిమి సంహారక రసాయనాల ప్రభావమును పరిశీలించ వలసి ఉంటుంది. రసాయనిక ఎరువుల విషయములో, పొటాసియము, నత్రజని వంటి రసాయనిక ద్రవ్యాలు వేర్వేరు పాళ్లలో వాడితే వచ్చు ఫలితాలను పోల్చవలసి ఉంటుంది. ఒక్కొక్కసారి రసాయనిక ద్రవ్యాల అన్యోన్య చర్యల ప్రభావము కూడా ఉంటుంది. ఈ ద్రవ్యాల ప్రత్యేక ప్రభావాలనూ, అన్యోన్య చర్యల ప్రభావాలునూ కూడా అంచనా వేయవలసి ఉంటుంది. ఇట్టివానిని కారకప్రయోగముల ద్వారా చేయవచ్చు. ప్రయోగములోని ఎన్నో కారకాల యొక్క వివిధ స్థాయిల సంయోగా లన్నిటినీ దృష్టిలో ఉంచుకొని చేసే రచనను కారక రచన అంటారు. ఉదాహరణకు పోస్ట్ గ్రాడ్యుయేట్ విద్యార్థులకై ప్రవేశపెట్టిన రెండు బోధనావిధానాల విషయములో M. A., M.Sc.ల విషయంలో ఆందుకు

సంబంధించిన రెండు స్థాయిలుగా వానిని అనుకొనవచ్చు. వానిలోని ప్రతి తరగతిని ప్రథమ సంవత్సరము, ద్వితీయ సంవత్సరము అని ప్రతి విద్యార్థి చదివేది మొత్తము సమయములో రెండు స్థాయిలుగా భావించి విభజింపవచ్చు. మరల ప్రతి తరగతిలోని విద్యార్థులను స్త్రీలు, పురుషులు అని రెండు స్థాయిలుగా విభజింపవచ్చు బోధించు అధ్యాపకులను అనుభవము కలవారు, క్రొత్తవారు అని విభజింపవచ్చు. అంటే ఎన్నుకొన్న ప్రతి విద్యార్థి, రెండు స్థాయిలుగల ఈ గుంపులలో, ప్రతి గుంపులోని ఏదో ఒక స్థాయికి చెందవలె; ఈ విధముగా ఎన్నో కారకములను వేర్వేరు స్థాయిలుగా విభజించి, బోధనా విధానాలను వివిధ పరిస్థితులలో పోల్చుటయేగాక స్త్రీలు, పురుషులు చదువుటలో చూపు ఆసక్తి, M. A., M. Sc. విద్యార్థుల గ్రహణ శక్తులపోలిక అధ్యాపకుల అనుభవము వలన ఫలితములలో వచ్చు తేడా, వివిధ కారకముల పరస్పర క్రియల ప్రభావము వంటి వానిని అంచనా వేయవచ్చు. ఇదే విధముగా రెండేకాక అంతకన్న ఎక్కువ స్థాయిలు ఉన్న కారకములకు చెందిన ప్రయోగములను కూడా చేయవచ్చు.

కారక ప్రయోగాలను విశ్లేషణ చేసేటప్పుడు ఎన్నో రకాల స్థాయిల సంయోగాలను పరిశీలించవలసి ఉంటుంది. అట్టి సంయోగాల సంఖ్య చాలా విపరీతముగా ఉండి, అందువల్ల అగు ఖర్చు అధికము అని తోచినప్పుడున్నూ, కారకాల యొక్క

మూడుకాని, అంతకన్న ఎక్కువ కాని స్థాయిల మధ్య అన్యోన్య చర్య అంత ఎక్కువగా ఉండదని అనిపించినప్పుడున్నూ, వివిధ స్థాయిల అన్ని అనుకూల సంయోగములను కాక అవసరమని ముందే నిర్ణయించిన కొన్ని అనుకూల సంయోగములకు చెందిన ఫలితాలనే వివిధ జ్ఞాకులలో సేకరిస్తారు. దానిని నిర్లక్ష్యము చేసిన ప్రభావమును కన్ఫౌండింగ్ (confounding) అని అంటారు.

ఒక జ్ఞాకులో ఒక అన్యోన్యచర్యను, మరొక జ్ఞాకులో వేరొక అన్యోన్యచర్యను కన్ఫౌండింగ్ చేస్తూ రచన చేయవచ్చు. దీనిని పాక్షిక కన్ఫౌండింగ్ అని అంటారు. కారక ప్రయోగాలను యాదృచ్ఛిక కృత రచనలు, లాటిన్ చతురస్రాల వంటి రచనల ద్వారా చేయవచ్చు. పరిశీలించవలసిన పరికర్మలు చాలా ఉన్నప్పుడు ఏట్లు, లాటిన్ రచనలను వృద్ధిచేసినాడు. ఇంకను అర్థ లాటిన్ చతురస్రములు. యూడెన్ చతురస్రాలు, గొలుసు జ్ఞాకు రచనలు వంటి అనేక విధాలైన రచనలు, వివిధ పరికర్మల పరిశీలనలలో, వృద్ధిచెందినవి.

నేడు అనేక ప్రయోగశాలలలోను, వ్యవసాయ పరిశోధక కేంద్రాలలోను, పరికర్మల ప్రభావమును ఇతర కారకాల పరస్పర ప్రభావములను, పరిశీలించి సత్యాన్వేషణ చేయుటకై ఎన్నో సంక్లిష్ట రచనలను వాడుతున్నారు.

డా. వే. సుభద్రాదేవి

## 27. సాంఖ్యిక గుణ నియంత్రణ

సృష్టిలో ఏ రెండు వస్తువులను తీసుకున్నప్పటికీ అవి అన్ని విధాలా ఒకేమాదిరిగా ఉండవు అనే సత్యం గోచరిస్తుంది. ఒకే యంత్రము సహాయంతో, ఒకేరకమైన ముడిసరుకుతో, జాష్యం

లేకుండా, ఒకే కార్మికుడు తయారు చేసిన ఒకే రకమైన వస్తువుల మావసాలలో సైతం వ్యత్యాసం గోచరిస్తుంది. పరిశీలించే లక్షణాన్ని బట్టి కొన్ని వ్యత్యాసాలు కంటికి కనిపిస్తూ ఉంటాయి; మరి



కొన్నిటిని అనువైన మాపనపరికరాల సహాయంతో తెలుసుకోవచ్చు.

భారీ ఎత్తున, రోజుకు వందలు, వేలసంఖ్యలో వస్తువులను ఉత్పత్తిచేసే కర్మాగారాలలో, ప్రతి వస్తువును తుణ్ణంగా పరిశీలించి, దాని గుణాన్ని అంచనా వేసేందుకు సరిపడే సమయమూ ఉండదు; అది వీలుపడదు. అటువంటప్పుడు, ఆధునికమూ, శాస్త్రీయమూ, అయిన కొన్ని సాంఖ్యిక శాస్త్ర పద్ధతుల నుపయోగించి, ఉత్పాదన ప్రక్రియలోని వివిధ స్థాయిలలో ఉత్పత్తి అయ్యే వస్తువుల గుణాన్ని, ఖర్చునూ, అదుపులో ఉంచడమూ, వీలైతే మెరుగు పరచడమూ చేయవచ్చు. ఈ కార్యక్రమాన్నే సాంఖ్యిక గుణ నియంత్రణ (Statistical Quality Control) అంటారు.

ఉత్పత్తి అయ్యే ఒకే విధమైన వస్తువుల గుణాలలో తేడాలు రావడానికిగల కారణాలను పరిశీలించి వాటిని యాదృచ్ఛిక కారణాలు, ప్రత్యేకమైన కారణాలు అని రెండు రకాలుగా విభజించవచ్చు. ప్రకృతి సహజంగానే ఉత్పాదన ప్రక్రియలో విలీనమై ఉండి, తొలగించడానికి సాధ్యంకాని కారణాలను యాదృచ్ఛిక కారణాలు అంటారు. అలా కాక ముడిసరుకు నాణ్యతలోని మార్పు, యంత్రాల అరుగుదల, పనితనంలోని వ్యత్యాసం వంటి అదుపులో పెట్టుటకు సాధ్యమైన, కారణాలను ప్రత్యేక కారణాలు అంటారు.

కేవలం యాదృచ్ఛిక కారణాల మూలంగా ఏర్పడే విచరణము కొన్ని సంభావ్యతా విభజనాలను అనుసరిస్తుంది. ఈ సత్యమే గుణనియంత్రణ పద్ధతులకు నాంది. గుణనియంత్రణను అమలు జరపడానికి క్రింది రెండు పద్ధతులు వాడుకలో ఉన్నవి.

(1) గుణ నియంత్రణ పటాలు (Quality Control Charts)

(2) అంగీకార పరిశీలనా పద్ధతులు (Acceptance Inspection methods)

గుణ నియంత్రణ పద్ధతుల వాడుక సులభం కావడానికి, గుణ లాక్షణికాలను రెండు రకాలుగా విభజించవచ్చు.

మొదటి కోవకు చెందిన గుణలాక్షణికాల విషయంలో, తయారైన వస్తువుల పై మాపనాలను సేకరించి, ఆ మాపనాలలోని విచరణాన్ని ఒక చలరాశి రూపంలో సూచించవచ్చు. స్థూల వ్యాసము, తన్యతా బలము, వాట్టేజీ (Wattage), ఇనుప దూలాల పొడవు మొదలయినవి ఈ జాతికి చెందుతాయి.

రెండవ కోవకు చెందిన గుణ లాక్షణికాల విషయంలో, తయారైన ప్రతి వస్తువూ ఒక నిర్దేశించిన లక్షణాన్ని కలిగి ఉందా, లేదా అని మాత్రమే పరిశీలించి ఆ లక్షణాన్ని కలిగి ఉన్న వస్తువులన్నింటినీ ఒక తరగతిగానూ, ఆ లక్షణము లేని వస్తువులన్నింటినీ మరో తరగతిగానూ విభజిస్తారు. ఉత్పత్తి అయిన వస్తువులలో ఏదైనా ఒక నిర్దేశించిన దోషము కలిగి ఉన్న వస్తువుల సంఖ్య, ఆ సంఖ్యకూ, మొత్తము వస్తువుల సంఖ్యకూ మధ్యగల నిష్పత్తి (దీనినే దోష వస్తు నిష్పత్తి లేక భిన్నము అని కూడా అంటారు) ఈ జాతికి చెందుతాయి.

అంతేకాక, ఒక్కసారి ప్రతి వస్తువునూ పరిశీలించి, అది దోష వస్తువు అని నిర్ణయించినప్పుడు, ఆ వస్తువులో సంభవించిన దోషాల సంఖ్యను గమనించవలసిన ఆవశ్యకత ఏర్పడుతుంది. ఏదైనా పాలిష్ చేసిన ఉపరితలము మీద సంభవించిన దోషాల సంఖ్య, విమానం రెక్కపై సరిగా బిగించని రివెల్ట సంఖ్య మొదలయినవి ఈ కోవకు చెందుతాయి.

1. గుణ నియంత్రణ పటాలు :

1924 సంవత్సరములో, అమెరికా దేశంలోని

Bell Telephone Laboratory లో పనిచేసే వాల్టర్ షూహార్ట్ (Walter Shewhart) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు, మొట్టమొదటి సారిగా నియంత్రణ పటాలను తయారు చేశాడు. కేవలం యాదృచ్ఛిక కారణాల ప్రభావం వల్లనే ఏర్పడే వస్తు గుణ విచరణము సామాన్య విభాజనాన్ని అనుసరిస్తుందని ఇతడు అనుభావికంగా నిరూపించాడు. వస్తు గుణ విచరణము సామాన్య విభాజనాన్ని అనుసరించనట్లయితే, అట్టి ఉత్పాదన ప్రక్రియపై కేవలం యాదృచ్ఛిక కారణాల ప్రభావమేగాక, ప్రత్యేక కారణాల ప్రమేయం కూడా ఉంది అని చెప్పవచ్చు.

పై వాదన ఆధారంగా గుణ నియంత్రణ పటాలను తయారు చేయడం జరిగింది. పైన పేర్కొన్న అన్ని రకాల గుణ లక్షణాల విషయంలో వేర్వేరు గుణ నియంత్రణ పటాలను నిర్మించవచ్చు. ఉదాహరణకు, పరిశీలించే గుణ లక్షణాన్ని చలరాశి రూపంలో సూచిస్తే, ఉత్పత్తి అయిన వస్తువులలో నుంచి, నిర్ణీత పరిమాణం గల అనేక ప్రతిరూపాలను, సరళ యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూపీకరణ పద్ధతిలో సేకరించి ఆ ప్రతి రూపాలలోని అంక మధ్యమము ( $\bar{X}$ ), వ్యాప్తి (R), క్రమవిచలనము ( $\sigma$ ) లను నియంత్రణలో ఉంచడానికి వివిధ నియంత్రణ పటాలను నిర్మించవచ్చు.

దోష వస్తు సంఖ్య లేక దోష వస్తు భిన్నము వంటి లక్షణాలను నియంత్రణలో ఉంచడానికి కూడా, నిర్ణీత పరిమాణం గల ప్రతిరూపాలను సేకరించి, ఆ ప్రతి రూపాలలోని దోషవస్తువుల సంఖ్య (x), దోషవస్తు భిన్నము  $\frac{x}{n}$ , ద్విపద విభాజనాన్ని అనుసరిస్తవి. కాబట్టి, అవిభాజనపు స్వభావం ఆధారంగా, గుణ నియంత్రణ పటాలను నిర్మించవచ్చు. (ప్రతిరూప పరిమాణము పెద్దది అయినప్పుడు, ఈ లక్షణాలు సామాన్య విభాజనాన్ని అనుసరిస్తవి).

అంతేకాక, పరిశీలించే ప్రతి వస్తువులోనూ, అనేక దోషాలు సంభవించడానికి అవకాశం ఉన్నప్పుడు, (ఉదాహరణకు పాలిష్ చేసిన ఉపరితలము, విమానపురెక్క, రేడియో, పంఖా, వస్త్రాల నేతలలో సంభవించే దోషాల సంఖ్య) ఆ దోషాల సంఖ్య (c) కొన్ని పరిస్థితులలో పాయిజాన్ (Poisson) విభాజనాన్ని అనుసరిస్తుంది. (కొన్ని పరిస్థితులలో పాయిజాన్ విభాజనము సామాన్య విభాజనాన్ని, ఉజ్జాయింపుగా, అనుసరిస్తుంది). ఈ సిద్ధాంతము ఆధారంగా, ఉత్పత్తి అయ్యే ప్రతి యూనిట్ (వస్తువు లేక వస్తువుల) లోని దోషాల సంఖ్య (c) ని నియంత్రణలో ఉంచడానికి అనువైన నియంత్రణ పటాన్ని నిర్మించవచ్చు.

### గుణ నియంత్రణ పటపు వర్ణన :

క్షితిజ అక్షము వెంట సేకరించిన ప్రతిరూప సంఖ్యను, శీర్షాక్షము వెంట పరిశీలించే గుణలాక్షణికము విలువలను గుర్తించా మనుకోండి. ఉత్పాదనా ప్రక్రియపై యాదృచ్ఛిక కారణాల ప్రభావం మాత్రమే ఉన్నప్పుడు, ఆ గుణలాక్షణికము అనుసరించే సంభావ్యతా సిద్ధాంతాన్ని అనుసరించి శీర్షాక్షము మీద గుర్తించే గుణలాక్షణికమునకు ఎగువ, దిగువ నియంత్రణ అవధులను నిర్ణయిస్తాము. ప్రతి ప్రతిరూపానికి సంబంధించిన గుణలాక్షణికపు విలువలను ఈ అవధుల దృష్ట్యా గుర్తించినపుడు, ఆ విలువలు ఈ అవధుల నడుమ ఉండి ఎట్టి ప్రత్యేకమైన విచరణాన్ని సూచించని పక్షంలో, ఉత్పాదన ప్రక్రియ, ఆ లాక్షణికం దృష్ట్యా నియంత్రణలో ఉంది అని అంటాము. అలాకాక, ఏ ప్రతి రూపానికైనా చెందిన గుణలాక్షణికపు విలువ ఈ అవధులను అతిక్రమించి నట్లయితే, కొన్ని ప్రత్యేక కారణాల ప్రభావం ఆ ఉత్పాదన ప్రక్రియపై పనిచేయ నారంభించింది అని గ్రహించవచ్చు. ఒక్కొక్కసారి, అన్ని ప్రతిరూపాలకు చెందిన గుణలాక్షణికపు విలువలు ఈ అవధుల నడుమ

ఉన్నప్పటికీ వాటివిచరణములో ఎటువంటి ప్రత్యేకమైన నడవడి గోచరించినా (మధ్యరేఖ అంటే ఉత్పాదన ప్రక్రియ యొక్క అంక మధ్యమమునకు ఎగువను కాని దిగువను కాని ఏడు లేక అంతకు మించిన రన్లు (Runs) ఉన్నా, ఆరోహణ, అవరోహణ బిందు ప్రవృత్తులు ఉన్నా) ప్రత్యేక కారణాల ప్రభావం పనిచేస్తున్నట్లు గమనించవచ్చు. ఇట్టి పరిస్థితులలో, ఆ గుణ లాక్షణికము దృష్ట్యా, ఉత్పాదన ప్రక్రియ నియంత్రణలో లేదు అని అంటారు. ఈ విషయాన్ని ఉత్పాదన శాఖవారికి తెలియజేస్తే, వారు అట్టి విచరణమునకు మూలమైన ప్రత్యేక కారణాలను పరిశీలించి, వాటిని నిర్మూలించడానికి అవసరమైన చర్య తీసుకుంటారు.

## 2. అంగీకార ప్రతిరూపీకరణ :

సాధారణంగా, భారీఎత్తున తయారయిన వస్తువులను పంపిణీచేసే ముందు వాటి గుణాన్ని పరిశీలించి, దోషవస్తువులు వినియోగదారునికి చేరకుండునట్లు జాగ్రత్త తీసుకోవలసి వస్తుంది. దీనికై అంగీకార పరిశీలనా పద్ధతులను వాడుతారు. వస్తుగుణాన్ని రెండు విధాలుగా పరిశీలించవచ్చు.

(i) నూరుశాతము పరిశీలన, దీనినే స్క్రీనింగ్ (Screening) అని అంటారు.

(ii) ప్రతిరూప పరిశీలన.

నూరుశాతము పరిశీలన అంటే ఉత్పత్తి అయిన ప్రతి వస్తువునూ పరిశీలించి అది దోషవస్తువా, కాదా అని నిర్ణయిస్తారు. ఈ పద్ధతి భారీఎత్తున వస్తువులను ఉత్పత్తిచేసే పరిశ్రమల విషయంలోను, పరిశీలన కోసరం వినాశక పరీక్షలు జరుపవలసి వచ్చే వస్తువులను ఉత్పత్తిచేసే పరిశ్రమల విషయంలోనూ (ఉదాహరణకు, ఎలక్ట్రిక్ బల్బులు తయారుచేసే పరిశ్రమలో, ప్రతి బల్బు ఒక నిర్దితకాలం వెలుగుతుందా లేదా అనే విషయం పరీక్షించి, దాని ఆధారంగా ఆ బల్బు దోషవస్తువా

కాదా అని నిర్ణయించేటప్పుడు, పరిశీలనకు వీసే యోగించే బల్బులు పంపిణీకి ఉపయోగపడవు కావున) వీలుపడదు. అందువలన భారీ పరిశ్రమలలో తయారయిన ప్రతివస్తువునూ, పరిశీలించడం సులభం కాదు. పరిశీలకులు అలసతవల్ల, ప్రతి వస్తువునూ సరిగా పరిశీలించ లేక ఒక్కొక్కసారి తప్పు నిర్ణయాలు తీసుకోవచ్చు. నూరుశాతము పరిశీలనకయ్యే ఖర్చు అత్యధికము కావచ్చు. అందుచేత అనేక పరిశ్రమలలో నూరు శాతము పరిశీలన అమలు జరుపదు. దాని స్థానే, శాస్త్రీయమూ, ఆధునికమూ అయిన ప్రతిరూప పరిశీలనను అనుసరిస్తారు.

ప్రతిరూప పరిశీలన పద్ధతిలో, ఉత్పత్తి అయిన వస్తువుల నన్నింటినీ, మొట్టమొదట, నిర్దిత పరిమాణము గల లాట్లుగా విభజిస్తారు. తరువాత, ప్రతిలాటులో నుంచి, ముందుగా నిర్దేశించిన పరిమాణం (n) గల ప్రతిరూపాన్ని యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప పద్ధతిలో ఎన్నుకుంటారు. ఈ ప్రతిరూపంలోని n వస్తువులనూ నిశితంగా పరిశీలించి, అందులోని దోష వస్తువుల సంఖ్య (x)ను నిర్ణయిస్తారు. x కనుక, ముందుగా నిర్దేశించిన అంగీకార సంఖ్య c ని మించకుండా ఉంటే ఆలాటును అంగీకరిస్తారు. ఆలాకాని పక్షంలో ఆలాటును నిరాకరిస్తారు. ఈ పద్ధతిలో లాటును అంగీకరించవలెనా, లేదా అనే నిర్ణయాన్ని తీసుకోవడానికి ఒక్క ప్రతిరూపాన్ని మాత్రమే ఎన్నుకుంటారు. కాబట్టి దీనిని ఏకప్రతిరూప యోచన (Single sampling plan) అంటారు.

ఒక్కొక్కసారి, లాటును ఏకప్రతి రూప పరిశీలనతోనే నిరాకరించేటప్పుడు, తీసుకునే నిర్ణయం సరియైనది కాకపోవచ్చు. ఇట్టి తప్పుడు నిర్ణయాల సంఖ్యను తగ్గించవలెననే ఉద్దేశంతో ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా, రెండు ప్రతిరూపాలను ఎన్నుకుంటారు. మొదట లాటులో నుంచి n పరిమాణము

గల ప్రతిరూపాన్ని ఎన్నుకుని, దానిలోని వస్తువులను పరిశీలిస్తారు. అందలి దోషవస్తువుల సంఖ్య  $x_1$ ,  $c_1$  ను మించకుండా ఉంటే, ఆలాటను అంగీకరిస్తారు.  $x_1$  కనుక  $c_2$ , ( $c_1 < c_2$ ) ను మించి ఉంటే ఆ లాట్ ను నిరాకరిస్తారు. అలాగాక,  $x_1$  విలువ  $c_1$  కంటే ఎక్కువ,  $c_2 + 1$  కంటే తక్కువ అయితే, అప్పుడు, లాటులో నుంచి  $n_2$  పరిమాణము గల మరో ప్రతిరూపాన్ని ఎన్నుకుంటారు. ఈ ప్రతిరూపాన్ని కూడా పరిశీలించి, అందులోని దోషవస్తువుల సంఖ్య  $x_2$  ను నిర్ణయిస్తారు.  $x_1 + x_2$  కనుక  $c_3$  ని మించకుండా ఉంటే ఆ లాటును అంగీకరిస్తారు. లేని పక్షంలో ఆ లాటును నిరాకరిస్తారు. (ఇక్కడ  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  లు ముందుగా నిర్దేశించిన విలువలు), ఈ పద్ధతిలో మొదటి ప్రతిరూపాన్ని పరిశీలించిన వెనుక ఎట్టి నిర్ణయాన్నీ తీసుకోలేక పోయినప్పటికీ, రెండవ ప్రతిరూప పరిశీలన తరువాత మాత్రం తప్పనిసరిగా ఏదో ఒక నిర్ణయం తీసుకోవడం జరుగుతుంది. ఈ పద్ధతిని ద్వి-ప్రతిరూప యోచన (Double-Sampling Plan) అంటారు. ఈ పద్ధతిలో  $n_1$  విలువ, ఏకప్రతిరూప యోచన అమలు జరుప దలచుకున్నప్పుడు ఎన్నుకునే  $n$  విలువకంటే సాధారణంగా తక్కువగా ఉంటుంది. కనుక, మొదటి ప్రతిరూపాన్ని మాత్రమే పరిశీలించి లాట్ అంగీకారం విషయంలో ఒక నిర్ణయమైన నిర్ణయం తీసుకునే ప్రతి తరుణంలోనూ, పరిశీలించే వస్తువుల సంఖ్య  $n_1$  ( $< n$ ) కాబట్టి, ఏక ప్రతిరూప యోచన విషయంలో పరిశీలనకయ్యే ఖర్చుకంటే, ద్వి-ప్రతిరూప యోచన విషయంలో పరిశీలనకయ్యే ఖర్చు తక్కువగా ఉంటుంది.

మూడు లేక ఎక్కువ ప్రతిరూపాల సహాయంతో కూడా ఇదే విధంగా అంగీకార యోచనలను రూపొందించవచ్చు. వాటిని బహుళ ప్రతిరూప యోచనలు (Multiple Sampling Plans)

అంటారు. ఇవిగాక వస్తువులను ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా పరిశీలిస్తూ ప్రతి వస్తువునూ పరిశీలించిన తరువాత లాటు అంగీకారం విషయంలో నిర్ణయం తీసుకునేందుకు అనువుగా ఉండే శీఘ్రానుక్రమ ప్రతిరూపయోచనలు (Sequential Sampling Plans) కూడా అమలులో ఉన్నవి.

**గుణ నియంత్రణ పద్ధతులవల్ల చేకూరే లాభాలు**

పైన పేర్కొన్న గుణనియంత్రణ పద్ధతులను అమలు జరపడంవల్ల ఉత్పత్తిదారునికి, వినియోగదారునికి కూడా అనేక విధాల లాభం చేకూరుతుంది. ఉత్పత్తిదారుడు మన్నికైన వస్తువులను తయారు చేయగలగడమే కాకుండా నిరాకరణవల్ల వృథా అయ్యే వస్తువుల సంఖ్యను తగ్గించ గలుగుతాడు. తద్వారా ఉత్పాదనకయ్యే ఖర్చు తగ్గుతుంది. కాబట్టి వినియోగదారునికి మన్నికైన వస్తువులు, తక్కువ ధరలో లభ్యమవుతవి. ఉత్పత్తి విధానంపై వినియోగదారునికి విశ్వాసం కూడా పెరుగుతుంది. అందువల్ల ఆ వస్తువులకు గిరాకీ పెరుగుతుంది. తద్వారా ఉత్పత్తిదారునికి లాభాలు పెరుగుతవి. అంతేగాక, ఉత్పాదన ప్రక్రియకు సంబంధించిన మూడు ప్రధానమైన శాఖలు యోచనాశాఖ (Planning Department), ఉత్పత్తిశాఖ (Production Department), పరిశీలనశాఖ (Inspection Department) ల మధ్య సుహృద్భావమూ, సామరస్యమూ పెంపొందుతవి.

సాంఖ్యికగుణ నియంత్రణ పద్ధతులను కనిపెట్టినప్పటి నుంచీ, వాటిని అమలు జరిపిన పారిశ్రామిక రంగా లన్నింటిలోనూ వస్తుగుణము అభివృద్ధి కావడమే కాకుండా, ఆర్థికంగా కూడా అనేక లాభాలు చేకూరుతూ వచ్చినవి. ప్రస్తుతం అభివృద్ధి చెందిన దేశాలలోనేగాక, అభివృద్ధి చెందుతూవున్న దేశాలలో నైతం ఈ పద్ధతుల ప్రాముఖ్యాన్ని గుర్తించి వాటిని అమలు జరుపుతూ వున్నారు.

భారీ ఎత్తున వస్తువులను ఉత్పత్తిచేసే ఏ పరిశ్రమను తీసుకున్నప్పటికీ, గుణ నియంత్రణ విభాగం, అందులో ఒక అంతర్భాగంగా రూపొంది, ఆ

పరిశ్రమ యొక్క సర్వతో ముఖ ఆభివృద్ధికి తోడ్పడుతోంది.

ఆర్. జె. రామలింగస్వామి.

## 28. పరిక్రియా పరిశోధన

అత్యధిక లాభాలను పొందాలని కాని, అతి స్వల్పకాలములో ముగించవలెనని కాని, మరేదైన ఇటువంటి ఒక లక్ష్యమును దృష్టిలో పెట్టుకొని, ఎన్నో పరిక్రియలను చేయవలసిన వివిధ పరిస్థితులకు చెందిన శాస్త్రమే 'పరిక్రియా పరిశోధన'. నేడు భారీ ఎత్తున జరిగే పరిశ్రమలలోనూ, ప్రణాళికా రచనలలోనూ, ఇంజనీరింగ్ లోనూ, పరిక్రియా పరిశోధనా పద్ధతులను విరివిగా ఉపయోగిస్తున్నారు. ఈ శాస్త్రము మొట్టమొదట మూడు భాగాలుగా ఉద్భవించి తరువాత అనేక రంగాలకు అవసరమైన వేర్వేరు సమస్య పరిష్కార పద్ధతులను కలుపుకుని, 'పరిక్రియా పరిశోధన' అనుపేరుతో ఒకటిగా అయినది. క్రిడా సిద్ధాంతముగా (Game Theory) 1921 లో ఎమిలీ బోర్లర్ ద్వారా ఒక భాగమూ, నివేశ నిర్గమ విశ్లేషణము (in-input, out-output analysis) గా 1936 లో W. W. లియెన్టిఫ్ ద్వారా రెండవభాగమూ, లీనియర్ ప్రోగ్రామింగ్ (Linear Programming) గా 1947 లో డాన్టజిగ్ ద్వారా మూడవ భాగమూ మొదలై, తరువాత టెల్ మెన్ వంటి వారి ద్వారా డైనమిక్ ప్రోగ్రామింగ్. (Dynamic programming) వంటి అనేక నూతన విభాగాలను కూడా కలుపుకొని 'పరిక్రియా పరిశోధన' అనే శాస్త్రముగా ఏర్పడినది.

కొన్ని పుస్తకాలు వ్రాయించి అచ్చువేయవలసి వుందనుకుందాము. అయితే వాటిలో ప్రతి పుస్తకమునూ, వ్రాయుటకు ఒకే కాలము పట్టకపోవచ్చు.

పూవులు చదువుట, అచ్చువేయుట, బైండింగ్ చేయుట వంటి పనులకు కూడా ఒకే కాలము పట్టక పోవచ్చు. అంతేకాక ప్రతిపుస్తకము అచ్చు అగుటకై, వ్రాయుట, పూవు చదువుట, అచ్చు వేయుట, బైండింగ్ చేయుట వంటి పనులు ఒకదాని వెనుక ఒకటి ఒక క్రమములో జరుగవలసి ఉంటుంది. ఏ పుస్తకానికైనా ముందు బైండింగుచేసి తరువాత పూవులు చదువుట వంటి పనులు చేయము. మొత్తము అచ్చు కావలసిన పుస్తకాల సమితిలోని ప్రతి పుస్తకానికి చెందిన ఇట్టి పనులకు కావలసిన ఇంచుమించు సమయాన్ని అంచనా వేసి మొత్తము అన్ని పుస్తకాలు పూర్తిగా బైండింగు అయి అమ్మకానికి సిద్ధముగా ఉండుటకు అత్యల్పకాలము పట్టునట్లు, ముందు ప్రారంభించ వలసిన పుస్తకము, దాని తరువాత వరుసగా ప్రారంభించ వలసిన పుస్తకాల క్రమాన్ని పరిక్రియాపరిశోధనా పద్ధతులను వాడి నిర్ణయించవచ్చు. అంటే మరేక్రమములో నైనా ఈ పుస్తకములను అచ్చువేస్తే ఇంత కంటే తక్కువ సమయములో మొత్తము పనిని చేయలేము.

ఐదు ఉద్యోగాలు ఖాళీగా ఉన్నాయనుకుందాము. దానికై వచ్చిన వందలాది అభ్యర్థులనుండి ఐదు మంది ఎన్నిక జరిగిందనుకుందాము. అయితే వారిలోని ప్రతి ఒక్కరు ఈ ఉద్యోగాలలో ప్రతిదానికి చాలా బాగా అర్హులని చెప్పలేము. వీరిలో కొందరు ఒకపనిని చాలా బాగాను, మరికొన్ని పనులను ఒక మోస్తరుగానూ చేయవచ్చు. మరికొందరు అన్నిటిని

కూడా బాగా చేయవచ్చును. ఆ వేర్వేరు ఉద్యోగాలకు వలసిన దైపుచేయుట వంటి పరిక్షలను పెట్టి ఉద్యోగాలకు చెందిన వారివారి సమర్థతలను నిర్ణయించవచ్చు. వీని సహాయముతో కంపెనీకి అత్యనుకూల ఫలితము వచ్చునట్లు ఎవరిని ఏఉద్యోగానికై నిర్ణయించవలె నన్నది పరిక్రియా పరిశోధనా పద్ధతుల ద్వారా పరిష్కరించ వచ్చు.

గృహిణి తన కుటుంబములోని ప్రతి ఒక్కరికీ ప్రమాణ ఆహారము (Balanced diet) ఇవ్వవలెనని ఆశిస్తుంది. ఆ ప్రమాణ ఆహారములో ఒక్కొక్కరు తీసుకోవలసిన మాంసకృత్తులు, పిండి పదార్థాలు, విటమినులు, క్రొవ్వువంటి వాని ప్రమాణాలను ఇస్తారు. అయితే అంగడిలో మాంసకృత్తులు, విటమినులు, క్రొవ్వువంటి వానిని విడిగా అమ్మరు. పాలు, పప్పు దినుసులు, పండ్లు, కూరగాయలు వంటి అంగడిలో అమ్మేవానిని తీసుకుంటే అట్టి ప్రతిదానిలోనూ, ప్రమాణ ఆహారమునకు కావలసిన కొన్ని పోషక పదార్థాలు మనకు ముందే తెలిపిన నిష్పత్తులలో వుంటాయి. అతి తక్కువ ఖర్చుతో ప్రమాణ ఆహారపు షరతులను తృప్తి పరుస్తూ బియ్యము, పాలు, పండ్లువంటి వస్తువులను అంగడి నుండి ఆ గృహిణి ఎంతవరకు కొనవలసివుంటుంది అనుదానిని గృహిణినమస్య అంటారు. ఈ సమస్య ఒక్క గృహిణిదే కానక్కరలేదు. ఒక సైనిక స్థావరములో శిక్షణ పొందు వారికి ఇవ్వవలసిన ఆహార సమస్య కావచ్చు. ఒక ఉత్పత్తి కేంద్రములో వేర్వేరు ముడిపదార్థములను వేర్వేరు నిష్పత్తులలో వాడి అత్యధిక లాభము వచ్చునట్లు తయారు చేయవలసిన రకరకాలసరకులకు చెందిన సమస్య కావచ్చు. ఇక్కడ ప్రతి ముడి పదార్థానికి గరిష్ఠమితి ఉంటుంది. ఆ మితిని దాటి వాడాలంటే ముడి పదార్థము లభించదు.

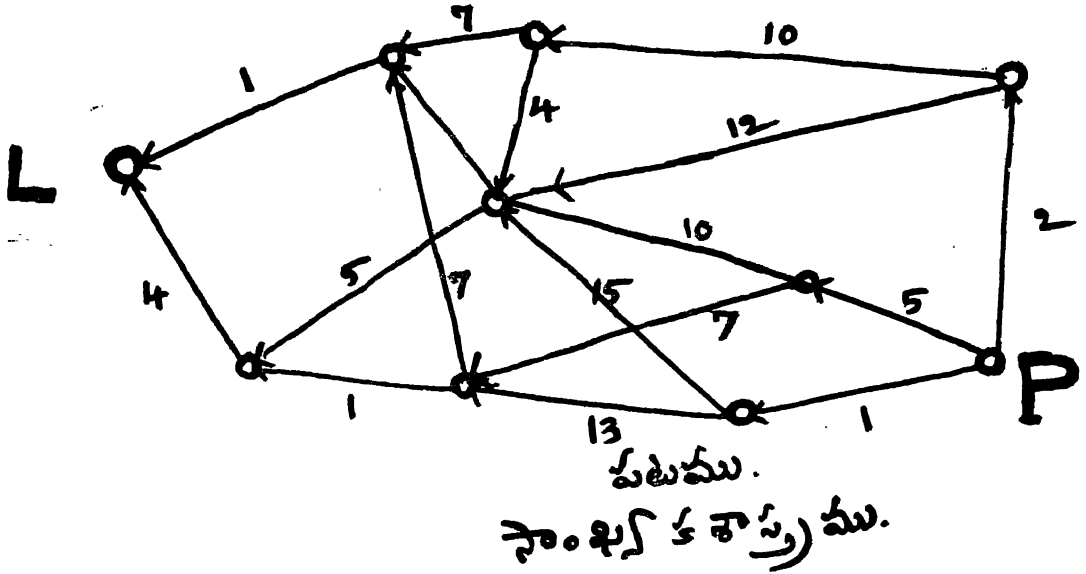
A, B అను ఇద్దరు వ్యక్తులు చదరంగం వంటి ఏదైన ఒక ఆటను ఆడేటప్పుడు, A వేసే ప్రతి

ఎత్తుకు జవాబుగా B వేసే వేర్వేరు ఎత్తుల లాభనష్టాలను ముందే అంచనా వేయవచ్చు. ఈ లాభనష్టాల పట్టిని బట్టి A కాని, B కాని ఏ ఆడుగును ఎంత సంభావ్యతతో వేస్తే అత్యధిక ఫలము ప్రాప్తిస్తుంది, అన్న సలహాను ఇవ్వవచ్చు. ఇది చదరంగము వంటి ఆటలకే పరిమితము కానక్కరలేదు. ఒకేరకమైన వస్తువును తయారుచేసే ఇద్దరు పోటీదారులు తమ వస్తువు అమ్మకానికై వాడదలచుకున్న వేర్వేరు ప్రకటన పద్ధతులు కావచ్చు. రెండు దేశాలు యుద్ధసమయంలో అనుసరించ దలచుకున్న విధానాలు కావచ్చు. ఇటువంటి సమస్యలకు చెందిన సాంఖ్యిక ప్రమేయాలను గృహిణి సమస్యలకు చెందిన ప్రమేయాల రూపములోనికి మార్చవచ్చు. ఇలా అత్యధిక లాభాలకై పోటీపడేవారు ఇద్దరే కానక్కరలేదు. అంతకన్న ఎక్కువమంది కూడా కావచ్చు.

ఒక ప్రణాళికా యోచనలో ఒకదేశమునకు కావలసిన పరిమాణములో వ్యవసాయ ఫలసాయము, పరిశ్రమలకు చెందిన పరికరాల వంటివి ఉత్పత్తి చేయుటకు, అట్టి తయారీలో వాడుటకై మరికొంత ఫలసాయము, పరికరాలు, కార్మికబలము వంటివికావలసి వుంటాయి. ఇలా మధ్యలో అవసరమైన వానిని తయారు చేయుటకు మరల ఇవే మరికొన్ని కావలసి వుంటాయి. ఇలా లెక్కవేసుకుంటూ పోతూ, అత్యధిక ఫలాన్ని పొందుతూ, దేశానికి అవసరమైన సామగ్రిని, అందించాలంటే ఒక్కొక్కరంగంలో-అంటే వ్యవసాయము, పరిశ్రమల వంటి వానిలో-ఎంత పరిమాణముగల సరకు తయారు చేయవలె నన్న సమస్యా పరిష్కారానికి మార్గమును చూపినందులకై W. W. లియన్ టిఫ్స 1978లో ఆర్థిక శాస్త్రమునకు చెందిన నోబెల్ బహుమతి లభించినది. ఖారీ ఎత్తున చేసే ఉత్పత్తి ప్రక్రియలో P అను స్థితినుండి వేరువేరు మార్గాల ద్వారా పోతూ L అను లక్ష్యాన్ని సాధించవచ్చు: క్రింది

పటములో ఇట్టి మార్గాలు బాణముగుర్తుతో చూపించబడినవి. ప్రతి మార్గము మీద ఆమార్గాన్ని అనుసరించడమువల్ల చేయవలసిన ఖర్చు ఈయబడింది. ఏ మార్గముల క్రమము P అనే మూలస్థితి నుండి

L అను లక్ష్యమునకు తీసుకొని పోవునన్నది పరిక్రియా పరిశోధనకు చెందిన సమస్యే. దీనిని పెద్దపెద్ద కట్టడాలు కట్టడములోను, పెద్ద ఎత్తున వేయు ప్రణాళికలలోను ఉపయోగించవచ్చు.



రేడియోలు, బీరువాలు వంటి కొన్ని వస్తువులను అప్పటికప్పుడు తయారుచేసి అమ్మలేము. ఒక్కసారిగా ముందే కొన్నిటిని తయారుచేసి నిలువ వుంచి కాతాదారులు అడిగినప్పుడు వానిలో నుంచి తీసి అమ్ముతారు. ఒక్కసారిగా అన్ని వస్తువులను తయారుచేసి అలా ఆమ్మడము వల్ల తయారు చేసే ఖర్చు తక్కువ అయినా, వస్తువుల నిలువకు అయ్యే ఖర్చు ఎక్కువ అవుతుంది. చేతిలోని సొమ్ము నిలువ సరకు రూపాన వుండి ఇవ్వవలసిన ఆర్థిక లాభాన్ని ఇవ్వదు. అందుచే ఏ సరకును ఎప్పుడు ఎంత పరిమాణములో తయారుచేయాలి, ఏరూపాన నిలువ వుంచాలి వంటి సమస్యలు కూడా పారిశ్రామిక వేత్తలకు ముఖ్యమైనవే. ఇటువంటి సమస్యలను ఇన్ వెంటరీ (Inventory) సమస్యలు అంటారు.

ఏరోడ్రోము నుండి హోటలు వరకు ఎక్కడ చూసినా నేడు క్యూ (queues) లే కనబడతాయి. ఇట్టి క్యూల స్వభావమును సాంఖ్యిక శాస్త్రరీత్యా పరిశీలించి, ఇంకొక ఏరోప్లేనును కానీ, హోటలును కాని ఉపయోగిస్తే కంపెనీకి లాభము వచ్చేటంత క్యూ పొడవు వున్నదా అనునటువంటి అనేక రకాలైన ప్రశ్నలకుకూడా పరిష్కారమును పరిక్రియా పరిశోధన సూచిస్తుంది.

నాలుగురోడ్ల కూడలిలో చూపించే రాకపోకల సంకేతాల (Traffic signals) లో ప్రతిదాని కాల పరిమాణము అన్ని దిశలకు పోవు ప్రయాణీకులకు అత్యనుకూలముగా ఉండాలంటే ఆ సంకేతాల కాల పరిమాణాలు ఎంతెంత వుండాలి అనే విషయము కూడా ఈ పద్ధతుల ద్వారా నిర్ణయించవచ్చు.

పరిక్రియా పరిశోధనకు చెందిన అనేక సమస్యల పరిష్కారానికై ఎన్నో గణిత సమీకరణాలను ఒకేసారి సాధించవలసి రావచ్చు. అయితే ఎట్టి క్లిష్టమైన బృహత్తర సమీకరణాల సమితినినా కంప్యూటర్ల సహాయముతో చాలా త్వరగా సాధించవచ్చు. అందుచేతనే నేడు కంప్యూటర్ల అభివృద్ధితో పాటు పరిక్రియా పరిశోధన అభివృద్ధి కూడా ఇతోధికంగా జరుగుతోంది. ఈనాడు ఎన్నోరంగా

లకు చెందిన అత్యధిక ఫలాన్ని కోరే ఎన్నోరకాల ప్రశ్నలకు పరిక్రియా పరిశోధన, సమాధానాలను వెతుకుతోంది. ఈ ప్రయత్నములో పరిక్రియా పరిశోధనా వేత్తలు చాలా వరకు కృతకృత్యులయారని చెప్పవచ్చు. అయినా వీరు సాధించ వలసినది కూడా ఇంకా ఎంతో ఉన్నది.

డా. వే. సుఖద్రాదేవి





# III

## భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్రాలు

### భౌతిక శాస్త్రము

## 29. ప రి చ య ము

'ఫిజిక్స్' అనే పదానికి మూలం ప్రకృతి అని అర్థం ఇచ్చే గ్రీక్ పదము. అందువలన భౌతిక శాస్త్రాన్ని ప్రకృతికి సంబంధించిన దృగ్విషయాలను పరిశీలించే శాస్త్రంగా పరిగణించవచ్చు. 19వ శతాబ్ది పూర్వార్థం వరకు భౌతిక శాస్త్రాన్ని ఈ దృష్టితోనే చూచినారు. దీనిని సహజ తత్వజ్ఞాన శాస్త్రము అని వ్యవహరించేవారు. 19వ శతాబ్దం లోను, ఆ తర్వాతను భౌతిక దృగ్విషయాల పరిశీలనలకే, ఈ శాఖ పరిమిత మయింది. కాని నేడు పరిస్థితులు మారాయి. ద్రవ్యనిర్మితిని, ద్రవ్య ఘటకాల మధ్య జరిగే అన్యోన్య చర్యలను, పరిశీలించడం ద్వారా ప్రకృతి రహస్యాలను అర్థం చేసుకోవటం నేటి భౌతికశాస్త్ర వేత్తల ధ్యేయం.

మానవుడు జిజ్ఞాసువు కావటంవల్ల ప్రాచీన కాలం నుంచీ ప్రకృతి రహస్యాలను పరిశీలిస్తున్నాడు. ఆదిలో మానవునికి యంత్రాల సహాయం ఉండేదికాదు. తన ఇంద్రియాల ద్వారానే ప్రకృతిని గురించిన సమాచారాన్ని సేకరించేవాడు. అందు వలన ఇంద్రియానుభూతులకు అనుగుణంగా వివిధ భౌతిక శాస్త్రశాఖలు రూపొందాయి. దృష్టిజ్ఞానం ఆధారంగా దృశ్య శాస్త్రాన్ని, శ్రవణేంద్రియాన్ని ఉపయోగించి ధ్వని శాస్త్రాన్ని, రూపొందించడం జరిగింది. ఇదే విధంగా ఇతర భౌతిక శాస్త్ర శాఖలైన ఉష్ణవిజ్ఞానము, యాంత్రిక శాస్త్రము కూడా

రూపొందాయి. ఇంద్రియానుభూతులకు సంబంధించిన విద్యుదయస్కాంతత్వం అనే శాఖ 19వ శతాబ్దిలోనే [యంత్రాల సహాయంతో] రూపొందింది. ఈ విధంగా 19వ శతాబ్దం నాటికి యాంత్రిక శాస్త్రము, ధ్వని శాస్త్రము, దృశ్యశాస్త్రము, విద్యుదయస్కాంతత్వము అనే శాఖలు ఉండేవి. వీనిని అన్నింటిని కలిపి సాంప్రదాయిక భౌతిక శాస్త్రము అని వ్యవహరిస్తారు. ఇరవయ్యో శతాబ్దంలో వచ్చిన నూతన పరిణామాలను ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రం అంటారు.

సాంప్రదాయిక భౌతిక శాస్త్రంలోని వివిధ శాఖలు శాస్త్రాధ్యయనంలోను, పరిశోధనలోను, నేటికీ ప్రాముఖ్యం వహిస్తున్నాయి. కాని భౌతిక శాస్త్రాన్ని పైన ఉదహరించిన విధంగా విభజించి అధ్యయనం చేయడం అసహజమని నేటి పరిశీలనలు తెల్పుతున్నాయి. ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రంలోను, విద్యుదయస్కాంతత్వములోను వచ్చిన పరిణామాల దృష్ట్యా భౌతిక శాస్త్రాన్ని ఏ విధమైన సమన్వయమూ లేని వివిధ ఖండాలుగాకాక, ఒక సమాకలిత వ్యవస్థగా పరిగణించాలి. భౌతిక శాస్త్రపు ఏకత్వాన్ని, నొక్కి వక్కాణించాలి. ఈ దృష్టితో పరిశీలనలు జరపడం 20వ శతాబ్దంలో భౌతిక శాస్త్రం సాధించిన మన విజయములలో ముఖ్యమైనది.

ద్రవ్యము కొన్ని ప్రాథమిక కణాల సముదాయము. ప్రకృతిలోని వస్తువు లన్నింటిలోనూ - అవి జీవులైనా, నిర్జీవులైనా - ప్రాథమిక కణాలు వివిధ రకాలుగా అమరి ఉంటాయి. ఈ కణాలలో ముఖ్యమైనవి ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్. ఇవికాక వేరే ప్రాథమిక కణాలను ఎన్నింటినో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ప్రాథమిక కణాల పరిశోధనలలో విశ్వనిర్మితిని గూర్చిన రహస్యా లెన్నో బయటపడ్డాయి.

ప్రాథమిక కణాలు ఏ విధంగా పరమాణువులను రూపొందించాయి? ఈ రచన ఎందుకు సాగింది? ఎందువలన ప్రకృతిలో ద్రవ్యము సూక్ష్మమైన దుమ్ముకణం నుంచి పెద్ద గ్రహాల వరకు వివిధ పరిమాణాలలో విభిన్న ప్రవృత్తులుగల వస్తువులుగా రూపొందింది? ఎందువలన కొన్ని వస్తువులు జీవులు, మరికొన్ని నిర్జీవులు? ద్రవ్యానికి శక్తికి గల సంబంధం ఏమిటి? ద్రవ్యం ఏ విధంగా వికీరణాన్ని ఉద్గారం చేస్తుంది? ద్రవ్యకణాల స్వభావం ఏమిటి? - ఇట్టి ప్రశ్నలు భౌతిక శాస్త్రాన్ని పరిచే వారిని ఎదురుకుంటాయి.

అన్యోన్య చర్య అనే భావన ఆధారంగా భౌతిక శాస్త్రం పై ప్రశ్నలకు సమాధానాలు అన్వేషిస్తుంది. పరమాణువు అనే స్థిరమైన వ్యవస్థ ఏర్పడే విధంగా వివిధ ప్రాథమిక కణాల మధ్య అన్యోన్య చర్యలు జరుగుతాయని ఊహిస్తాము. అదే విధంగా పరమాణువుల మధ్య జరిగే అన్యోన్య చర్యలవల్ల అణువులు. అణువులకు మధ్య జరిగే అన్యోన్య చర్యలవల్ల వస్తువులు ఏర్పడతాయని భావిస్తాము. స్థూలద్రవ్యం "గురుత్వాకర్షణ" అనే అన్యోన్య చర్యను ప్రదర్శిస్తుంది.

ద్రవ్యంలో జరిగే వివిధ రకాల అన్యోన్య చర్యలను అర్థం చేసుకోవడం భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల లక్ష్యం. ఈ అన్యోన్య చర్యలు ముఖ్యంగా మూడు

రకాలు : గురుత్వాకర్షణ, విద్యుదయస్కాంతత, కేంద్రకీయ చర్యలు.

భౌతిక శాస్త్రంలో మనకు తారసిల్లే పరిమాణాల వ్యాప్తి చాలా పెద్దది. అతిసూక్ష్మ కణపు సైజు  $10^{-15}$  మీటర్లు; ద్రవ్యరాసి  $= 10^{-31}$  కి. గ్రా. గ్రహాల సైజు  $= 10^9$  మీటర్లు, ద్రవ్యరాసి  $\approx 10^{30}$  కి. గ్రా. ఈ వస్తువుల ప్రపంచాన్ని నిర్ణయించేవి ఒకేవిధపు మూలసూత్రాలయినా, వాటిని వ్యక్తం చేసే పద్ధతి, అన్వయించే తీరు, పరిమాణాల వ్యాప్తి మీద ఆధారపడుతాయి.

పైన వివరించినట్లు భౌతిక శాస్త్రం ద్రవ్య ఘటకాల మధ్య జరిగే అన్యోన్య చర్యలను పరిశీలించి, తద్వారా సహజ దృగ్విషయాలను వివరిస్తుంది. ఈ దృష్టితో చూచినపుడు భౌతిక శాస్త్రాన్ని అన్ని శాస్త్రాలలోనూ మౌలికమైన శాస్త్రంగా భావించవచ్చు. రసాయనిక శాస్త్రం భౌతిక శాస్త్రపు కార్యక్రమంలో ఒక అంశానికే (భౌతిక శాస్త్ర నియమాలను అణురచనకు అన్వయించడం; అణువుల మధ్య రూపాంతరీకరణం వరకే) పరిమిత మౌతుంది. జీవులలో జరిగే ప్రక్రియలను అర్థం చేసుకోవడానికి జీవశాస్త్రజ్ఞులు భౌతిక, రసాయనిక శాస్త్రాలమీద ఆధారపడతారు. భౌతిక, రసాయనిక శాస్త్రాల నియమాలను ఔషధ యోగిక సమస్యలకు అన్వయించడం ద్వారా వివిధ ఇంజనీరింగు శాఖలు ఏర్పడ్డాయి. భౌతిక శాస్త్రం రూపొందించిన సాంకేతిక పద్ధతులను, పరికరాలను నేడు అన్ని శాస్త్ర పరిశోధనలలోనూ, విరివిగా వాడుతున్నారు. మనం నిత్య జీవితంలో వాడే వివిధ గృహోపకరణాలకు, టెలివిజన్ రేడియోలవంటి ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలకు రూపకల్పన చేయడంలో భౌతిక శాస్త్రం అతి ముఖ్యమైన పాత్ర నిర్వహించింది. సమాచార సేకరణకు, ప్రసారానికి, పునరాదానానికి కావలసిన పరికరాల నెన్నింటినో భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు రూపొందించారు. ఈ విధంగా శాస్త్రాభి

వృద్ధికేకాక, సాంఘిక పురోభివృద్ధికి కూడా తోడ్పడటం భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులకు ఎంతో తృప్తి నిస్తుంది.

**పరిశీలన, ప్రయోగం -** ఇవి భౌతికశాస్త్రానికి నేత్రాలవంటివి. ఏదైనా దృగ్విషయాన్ని జాగ్రత్తగాను విమర్శనాత్మకంగాను చూచి, దానిపై పరిస్థితుల ప్రభావం ఏమిటో తెలుసుకోవటాన్ని పరిశీలన అంటారు. కాని దురదృష్టవశాత్తు ప్రకృతిలో సంభవించే దృగ్విషయాల పరిశీలన అంత సులభం కాదు. కొన్ని దృగ్విషయాలు ఎల్లప్పుడూ ఒకే పరిస్థితులలో సంభవిస్తాయి. మార్పుకు తావు వుండదు. మరికొన్ని దృగ్విషయాలు చాల అరుదుగా సంభవిస్తాయి. ఫలితంగా వాటి విశ్లేషణ కష్టం అవుతుంది. చురుకుగా సాగదు. అందువలన ప్రయోగాల అవసరం ఏర్పడింది. నిర్దిష్ట పరిస్థితులను సృష్టించి వాటిని కావలసిన రీతిని మార్పుచేసి దృగ్విషయాలను పరిశీలించడాన్ని ప్రయోగం అంటారు.

ప్రయోగాల ద్వారా సేకరించిన సమాచారం ఆధారంగా భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు దృగ్విషయానికి సంబంధించిన నమూనాను ప్రతిపాదిస్తారు. ఇంతకు పూర్వమే నిర్మాపింపబడిన నియమాలను గణిత శాస్త్ర పద్ధతులద్వారా నమూనాకు అన్వయించి దృగ్విషయాన్ని గురించిన నూతన విషయాలను నిర్దేశిస్తారు. ఈవిధంగా (సిద్ధాంతపరంగా) గడించిన విజ్ఞానాన్ని నూతన ప్రయోగాల ద్వారా ధృవపరుస్తారు. ఈ సమాచారం ఆధారంగా వినియోక్త సాధనాలను రూపొందిస్తారు; ఇటుల సైద్ధాంతిక, ప్రాయోగిక భౌతికశాస్త్ర వేత్తల ఉమ్మడి కృషి వలన, భౌతిక శాస్త్రం ఘనవిజయాలను సాధించింది. ఈ కృషి మానవకళ్యాణానికి తోడ్పడుతుందని ఆశిద్దాం.

అచార్య యన్. వి. సుబ్రహ్మణ్యం.

## 30. పరమాణు నిర్మాణము

(Structure of an atom)

రసాయనిక మూలకాలలో స్వతంత్ర రచన కలిగిన ప్రాథమికప్రమాణమును (fundamental-unit) పరమాణువు (atom) అంటారు. పరమాణువులో ధనవిద్యుదావేశము కలిగిన కేంద్రకము చుట్టూ ఋణ విద్యుదావేశము కలిగిన ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయి. ఈ ధన, ఋణ విద్యుదావేశముల విలువలు సమానముగా ఉంటాయి. అందుచేత పరమాణువు మొత్తము మీద వుండే ఫలిత విద్యుదావేశము శూన్యము. ఒకే మూలకములో ఉండే పరమాణువుల నిర్మాణం సర్వసమానముగా ఉంటుంది. పరమాణువుల కేంద్రకముల భారములో మార్పు

ఉన్నట్లయితే వాటిని ఐసోటోపులు (isotopes) అంటారు. కేంద్రకముపై ఉండే విద్యుదావేశాన్ని ఎలక్ట్రాన్ విద్యుదావేశముతో కొలిస్తే వచ్చే సంఖ్యను పరమాణుసంఖ్య (Atomic number) అంటారు. దీనివల్ల మూలకాన్ని తెలుసుకోవచ్చు. స్థిరంగా ఉండే పరమాణువుల ద్రవ్యరాసులు  $1.67 \times 10^{-24}$  గ్రాముల నుంచి  $3.95 \times 10^{-22}$  గ్రాములవరకు ఉంటాయి. పరమాణువు వ్యాసము దాదాపు  $10^{-8}$  సెం.మీ.; కేంద్రకము వ్యాసము దాదాపు  $10^{-12}$  సెం. మీ.

### థామ్సన్ నమూనా (Thomson model)

19వ శతాబ్ది చివరి రోజుల్లో J. J. థామ్సన్ పరమాణువులలో ఋణ విద్యుదావేశముగల ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నాయని కనుగొన్నారు. పరమాణువులోని ఫలిత విద్యుదావేశము శూన్యము కాబట్టి పరమాణువులో ధన, ఋణ, విద్యుదావేశాలు సమానంగా ఉంటాయని ప్రతిపాదించారు ఈ నమూనా ప్రకారం ధన, ఋణ విద్యుదావేశాలు ఏకరీతిగా కలసి ఉంటాయి.

### రూథర్ఫర్డ్ నమూనా (Rutherford's model)

20వ శతాబ్ది మొదట్లో రూథర్ఫర్డ్ తన ప్రయోగాల ద్వారా పరమాణువులో ధన విద్యుదావేశము కల కేంద్రకము ఉంటుందని కనుగొన్నాడు. ఈ నమూనా ప్రకారము ప్రతి పరమాణువులోను ధన విద్యుత్ ఆవేశముకల కేంద్రకము చుట్టూ ఋణ విద్యుదావేశము కల ఎలక్ట్రాన్లు తిరుగుతాయి. ఎలక్ట్రాన్ల పరిభ్రమణము ఎలక్ట్రాన్-కేంద్రకముల మధ్య ఉండే అభికేంద్రబలము (Centripetal force) వల్ల సాధ్యము. ఎలక్ట్రాన్ల పరిభ్రమణమువల్ల వాటి దిశ మారుతుంది. అనగా వాటికి త్వరణం ఉంటుంది. అనాడు ఉన్న అభిప్రాయాల్నిబట్టి అభికేంద్ర బలము వలన ఎలక్ట్రాన్లు తమ శక్తిని కోల్పోయి ఉద్గారము చేస్తాయని ప్రతిపాదించారు. ఎలక్ట్రాన్లు ఈ విధంగా ఉద్గారము చేస్తే వాటి శక్తి కోల్పోయి కేంద్రకంలో కలిసిపోవాలి. ఇది కాకుండా పరమాణువులు ఉద్గారము చేసే గీతల పౌనఃపున్యము కూడా మారుతూ ఉండాలి. కాని ప్రయోగాలవల్ల ప్రతి పరమాణువు దాని లాక్షణిక పౌనఃపున్యాలను (Characteristic Frequencies) మాత్రమే ఉద్గారము చేస్తుంది. కాబట్టి ఈ నమూనాలో ఏదో లోపం ఉందని అందరూ ఒప్పుకున్నారు.

**బోర్ పరమాణు నమూనా [Bohr's atom Model] :** పరమాణువులు ఉద్గారము చేసే లేదా శోషించే కాంతి పౌనఃపున్యాలను పరిశీలించడంవల్ల పరమాణు రచనా సిద్ధాంతము చాలవరకు ఏర్పడింది. వీణ తీగ మీటటం, గంటను కొట్టటం వల్ల కలిగే ధ్వనులు వాటి లాక్షణిక పౌనఃపున్యాలను తెలియజేస్తాయి. ఈ ధ్వనులు వాటి భౌతిక నిర్మాణము, స్థితుల మీద ఆధారపడి ఉంటాయని తెలుసు. ఈ విధంగానే వాయుస్థితిలో ఉన్న పరమాణువులను ఢీకొనే ఎలక్ట్రాన్లు ఆ పరమాణువుల అభిలక్షణిక పౌనఃపున్యాలను విద్యుదయస్కాంత తరంగాలుగా వెలువరుస్తాయి. వాయుస్థితిలో మాత్రమే ఈ పరమాణు పౌనఃపున్యాలు నిర్దిష్టమైన గీతలుగా కనిపిస్తాయి. తెల్లని కాంతిని వాయువుగుండా పంపినపుడు ఇవే అభిలక్షణిక పౌనఃపున్యాలను వాయువు శోషణ చేసుకొంటుంది. ఈ పరిశోధనల నుంచి నీల్స్ బోర్ [Niels Bohr] పరమాణు రచనను విశదీకరించాడు. ఆయన ఉపపాదనములు (Postulates) :

1 పరమాణువులోని కేంద్రకము చుట్టూ కొన్ని నిర్ణీతమైన, స్థిరమైన, వికిరణము కలిగించని (Non-radiating) కక్ష్యలలో ఎలక్ట్రాన్లు తిరుగుతాయి. ఇవి తిరిగే కక్ష్యలలో ఉండే ఎలక్ట్రాన్ల కోణీయ ద్రవ్య వేగము (Angular momentum)  $\frac{h}{2\pi}$  కు పూర్ణాంక గుణకముగా ఉంటుంది. ఈ పూర్ణాంకములనే (n) క్వాంటం సంఖ్యలు అంటారు. కేంద్రకము నుంచి ఈ కక్ష్యలను  $n = 1, 2, 3, \dots$  అనే సంఖ్యలుగా తెలుపుతారు.

(2) ఉద్గారము లేదా శోషణ జరగవలెనంటే ఎలక్ట్రాన్లు ఒక కక్ష్యలో నుంచి మరొక కక్ష్యలోనికి మారవలె. ఈ మార్పుకు కావలసిన శక్తి  $E = \nu$  [ $\nu$  - న్యూ అనే గ్రీకు అక్షరము]. దీనిలో  $\nu$  అనేది ఉద్గారము లేదా శోషణ జరిగే పౌనఃపున్యము.

పై విధంగా మనకు గోచరించే శక్తి ఒక నిర్దిష్ట మైన శక్తి యొక్క పూర్ణాంక లబ్ధము అవటము అనేదే క్వాంటం సిద్ధాంతము.  $h$  అనేది ప్లాంక్ స్థిరాంకము. పరమాణువులోని పెద్ద కక్ష్యలలో తప్ప ఈ సూత్రములు కచ్చితముగా అనుసరించబడవు. పై సూత్రాల సాయంతో ప్రాచీన యాంత్రిక సూత్రాలను (Classical mechanical laws) ఉపయోగించి ఉద్గారము లేదా శోషణవల్ల కలిగే పౌనఃపున్యాలను, వాటి తీక్షణతను ధ్రువములను తెక్క కట్టవచ్చు. ఇదే బోర్ పరమాణు రచనకు తొలి విజయము.

$m$  ద్రవ్యరాసి,  $e$  విద్యుదావేశముకల ఎలక్ట్రాను  $n$  వ కక్ష్యలో తిరుగుతున్నప్పుడు దాని శక్తి :

$$E = - \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$

$n$  వ కక్ష్యలో నుంచి  $k$  వ కక్ష్యలోనికి ఒక ఎలక్ట్రాన్ దూకితే వెలువడే  $[n > k]$  కాంతి కిరణపు తరంగ దైర్ఘ్యము  $\lambda$  అయితే

$$\begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= \frac{1}{hc} \left( - \frac{2\pi^2 m e^4}{n^2 h^2} + \frac{2\pi^2 m e^4}{k^2 h^2} \right) \\ &= \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3 c} \left( \frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right). \end{aligned}$$

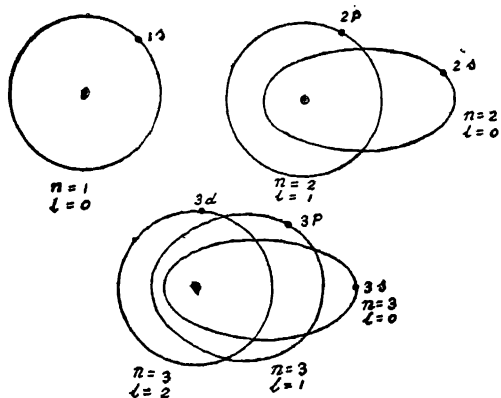
అవుతుంది. దీనిలో  $c$  అనేది కాంతివేగము. కాబట్టి  $\frac{2\pi^2 m e^4}{h^3 c}$  అనే స్థిరాంకం  $R$ . దీనినే రిడ్ బర్గ్

స్థిరాంకము (Rydberg Constant) అంటారు, దీని విలువ  $1.09 \times 10^5$  సెం. మీ.  $^{-1}$  ఈ వివరణ కేంద్రకము స్థిరముగా ఉంటుందని భావించడంవల్ల సాధ్యమయింది.

**సోమర్ ఫీల్డు సమానా :** (Sommerfeld's model)

పరమాణువులో కేంద్రకము తన చుట్టూ తాను

తిరగడమేకాక కేంద్రకము ఎలక్ట్రానుల ఉమ్మడి గరిమనాభి చుట్టూ ఈ వ్యవస్థ తిరుగుతుంది. దీని వల్ల పరమాణు వర్ణపటములో ఒక నిర్దిష్టమైన పౌనఃపున్యమునకు బదులుగా కొన్ని పౌనఃపున్యాం సమూహము కలుగుతుంది. అనగా వర్ణపటములో ఒకే గీత బదులుగా మందపాటి గీత లేదా పట్టిక (band) కలుగుతుంది. ఐసోటోపులవల్ల కూడా ఇటువంటి ఫలితమే కలుగుతుంది. ఈ పట్టికలను వివరించడానికి ఆర్నాల్డ్ సోమర్ ఫీల్డు (Arnold Sommerfeld) ఎలక్ట్రాన్లు కేంద్రకము చుట్టూ దీర్ఘవృత్తాకార (Elliptical) కక్ష్యలలో తిరుగుతాయనీ, ఈ విధంగా తిరగటంలో బోర్ సూత్రాలను పాటిస్తూ యనీ ప్రతిపాదించినారు. ఈ విధంగా సూక్ష్మ నిర్మాణమును (Fine Structure) వర్ణించడంలో మరి కొన్ని క్వాంటం సంఖ్యలు పెరిగాయి. కక్ష్యా క్వాంటం సంఖ్య (Orbital quantum number)  $l$  అనే రాశి, కక్ష్య యొక్క రూపము నిర్ణయిస్తుంది.  $l$  గరిష్ఠ విలువ  $n$  విలువ కంటే ఒకటి తక్కువగా ఉంటుంది.  $n = 3$  అయినప్పుడు  $l$  కు ఉండ గలిగిన విలువలు 0, 1, 2 మాత్రమే. దీర్ఘవృత్తపు దీర్ఘ, హ్రస్వ అక్షాల నిష్పత్తి  $\frac{n}{l+1}$  కు సమానము. ఈ దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలు కేంద్రకము చుట్టూ పురస్సరణము (Precession) చెందుతూ తిరగడంవల్ల పువ్వలలోని రేకులవలె ఊహించవచ్చు. సోమర్ ఫీల్డు దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలలో ప్రతి  $n$  విలువకు  $n$  రకాలైన దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలు ఉంటాయనేది ముఖ్య లక్షణము. వీటి దీర్ఘ అక్షములు సమానంగా ఉండి, ఉత్కేంద్రత (Eccentricity) మారుతుంది.  $l = 0, 1, 2, 3, 4$  లను s, p, d, f, g అనే అక్షరాలుగా సూచిస్తారు. వీటిని ఉపకర్పరాలు (Sub-shells) అంటారు.  $n = 1, 2, 3$  విలువలకు కక్ష్యలు పటము 1 లో వలె ఉంటాయి. ప్రతి ఉపకర్పరములోను ఉండ



పటము 1. బోర్-సోమర్ ఫీల్డు సిద్ధాంతము ప్రకారము హైడ్రోజన్ పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్యలు.

గలిగే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య  $= (2l + 1)$ . ఇంతకుముందు  $n$  అనే కర్పరము నుంచి  $m$  అనే కర్పరములోనికి ఎలక్ట్రాన్ దూకితే వెలువడే పౌనఃపున్యము  $\nu$  అని గ్రహించినాము. కాని ఇప్పుడు  $n$  లోని ఒక ఉపకర్పరము నుంచి  $m$  లోని ఒక ఉపకర్పరములోకి కూడా ఎలక్ట్రాన్ దూకవచ్చునని తెలియడంవల్ల  $\nu$  కు అతి దగ్గరగా మరొక పౌనఃపున్యము ఉండవచ్చని తెలుస్తుంది. ఈ విధంగా సోమర్ ఫీల్డు, బోర్ సిద్ధాంతాన్ని వృద్ధిపరచారు.

బోర్, సోమర్ ఫీల్డు పరమాణు నమూనా - హైడ్రోజన్, హైడ్రోజన్ వలె ఒక్క ఎలక్ట్రాన్ మాత్రమే స్వేచ్ఛగా కల -  $\text{He}^+$ ,  $\text{Li}^{++}$  వంటి అల్కలీ లోహాల వర్ణపటములోని కొన్ని గీతలను మాత్రమే వివరించగలిగింది. పరమాణువు స్వరూపాన్ని, ఊహించేటప్పుడు ఉపయోగించిన యాంత్రిక సూత్రాలు పూర్తిగా ప్రాచీన సూత్రాలు అయి, ఇటువంటి పదార్థాలకు అవి వర్తించక పోవడమే ఈ వైఫల్యానికి కారణము. దీని ప్రకారము గీతల లోని సూక్ష్మ నిర్మాణములోగల అంశాల (Components) సంఖ్య కూడా సరిగా తెలియదు. పైగా అసంగత (anomalous) జీమాన్ ఫలితము, స్టార్క్ ఫలితము (Stark effect) మొదలైన

(9)

ప్రయోగాత్మక ఫలితాలను కూడా వివరించే శక్తి లేదు. ఇదేకాక ఈ నమూనా (1) ప్రాచీన యాంత్రిక సూత్రాల ప్రకారము ఎలక్ట్రాన్లు వాటి కక్ష్యలలో తిరుగుతాయనీ, (2) స్థిరంగా ఉన్న కక్ష్యలలో ఉద్గారము ఉండక పోవడం, రెండు కక్ష్యల మధ్య ఎలక్ట్రాన్ మార్పిడి జరిగినప్పుడు ఉద్గారము లేదా శోషణ జరగటం అనేవి క్వాంటం యాంత్రిక శాస్త్రము ప్రకారము జరుగుతాయనీ, అనే రెండు పరస్పర విరుద్ధ సూత్రాల కలయిక కాబట్టి ఇంత కంటే మంచి నమూనాకోసం ఉల్లెన్ బెక్ (Uhlenbeck), గౌడ్ స్మిట్ (Goudsmit), పౌలీ (Pauli), లాండే (Lande), స్టెర్న్ (Stern), గెర్లాచ్ (Gerlach), డిరాక్ (Dirac) లు చేసిన ప్రయత్నమే పరమాణు సదిశ నమూనా (Vector atom model).

### పరమాణు సదిశ నమూనా (Vector atom model)

సదిశ నమూనాకు ఇంతకు పూర్వము వివరించిన నమూనాలకు గల ముఖ్యమైన తేడాలు :

1. ప్రాదేశిక క్వాంటీకరణము (Spatial quantization) లేదా దిశా క్వాంటీకరణము (quantization of Direction).

2. ఎలక్ట్రాన్ భ్రమణ వాదము: బోర్-సోమర్ ఫీల్డు కక్ష్య పరిమాణములో మాత్రమే [వైశాల్యము మొదలైన పరిమాణము, రూపము (Size and form)] క్వాంటీకరణము చెందుతుంది. క్వాంటం సిద్ధాంతములో దిశా క్వాంటీకరణము లేదా ప్రాదేశికముగా కక్ష్యల దిగ్విన్యాసము (Orientation of the orbits in space) కూడా అవసరము. ప్రాచీన అభిప్రాయాల ప్రకారము కక్ష్యలు ఏ దిశలో అయినా ఉండవచ్చు. కాని క్వాంటం సూత్రాలకు అనుగుణంగా దిగ్విన్యాసము (Orientation) చెందిన కక్ష్యలను మాత్రమే సదిశ నమూనా ఎంచుకొన

టుంది. ప్రాదేశిక క్వాంటీకరణమువల్ల కక్ష్యలు సదిశ రాశులు అవుతాయి. ప్రాదేశికంగా [త్రిమితీయంగా] క్వాంటీకరణము జరుగుతున్నదని తెలియడానికి ఏదైనా ఒక ఎంచుకున్న దిశ వెంబడి కక్ష్యల దిగ్విన్యాసము ఉండవలెను. ఏదైనా ఒక కక్ష్య సదిశ నమూనాలో చేరగలదా లేదా అని నిర్ణయించడానికి సూత్రము :

ఎంచుకున్న దిశ మీద ఆ కక్ష్య యొక్క ప్రక్షేపణము (Projection) కూడా క్వాంటం సూత్రాలకు అనుగుణమైనదిగా ఉండవలెను.

దీని వలన ఒక సోమర్ ఫీల్డు కక్ష్యకు ఎదులు అనేక కక్ష్యలుంటాయి. శక్తి ఉద్గార పరమాణు జనకాన్ని (వాయువుగుండా విద్యుత్ ప్రసారము జరుగుతున్న నాళికను) బలహీనమైన ఆయస్కాంత క్షేత్రములో ఉంచి వర్ణపటము చూస్తే ఒకటికంటె ఎక్కువ గీతలు కనిపిస్తాయి. దీనినే జీమాన్ ఫలితము (Zeeman Effect) అంటారు. ఇది ప్రాదేశిక క్వాంటీకరణము (Space quantization) వల్లనే కలుగుతుంది.

ఒకే పరమాణువు కలిగించే వర్ణపటములోని అన్ని గీతలకు ఒకే సంఖ్య కలిగిన జీమాన్ గీతలు రావు. సోడియమ్  $D_1$  ( $5890 \text{ \AA}$ ) కు 4 గీతలు,  $D_2$  ( $5890 \text{ \AA}$ ) కు 6 గీతలు వస్తాయి. దీనినే అసంగత జీమాన్ ఫలితము (anomalous Zeeman Effect) అంటారు. దీనిని వివరించడానికి ప్రాదేశిక క్వాంటీకరణముతో పాటు ఎలక్ట్రాన్ భ్రమణము (Electron spin) కూడా ఆపాదించవలసి వచ్చింది. 1926లో ఉరెన్ బెక్ గౌడ్ స్మిత్లు ప్రతి ఎలక్ట్రాను తన అక్షము చుట్టూ తాను తిరుగుతుందని ప్రతిపాదించారు. ఎలక్ట్రాన్ విద్యుదావేశము కలిగిన వస్తువు అవటంవల్ల యాంత్రిక ద్రవ్య

వేగముతో పాటు ఆయస్కాంత భ్రామకము (Magnetic moment) కూడా ఉంటుంది. అనగా ఎలక్ట్రాను :

(i) సోమర్ ఫీల్డు పురస్కరణ గమనంవల్ల రెండు కోణీయ ద్రవ్య వేగాలను,

(ii) విద్యుదావేశ పూరితమయి కక్ష్యలో తిరగడంవల్ల ఒక ఆయస్కాంత భ్రామకమును,

(iii) విద్యుదావేశ పూరితమయి తన చుట్టూ తాను తిరగడంవల్ల ఒక ఆయస్కాంత భ్రామకమును కలిగి ఉంటుంది.

క్వాంటం సిద్ధాంతము ప్రకారము భ్రమణ గమనము కూడా కక్ష్యాగమనమువలె క్వాంటీకరణము చెంది ఒక క్వాంటం సంఖ్యతో ముడిపడి ఉండవలె. ప్రాదేశిక క్వాంటీకరణమువల్ల కక్ష్యాగమనము, భ్రమణ గమనముకూడా క్వాంటీకరణ సూత్రాలను అనుసరించటంవల్ల ఇవి క్వాంటీకరణము చెందిన సదిశ రాశులు (quantized vectors) అవుతాయి. కక్ష్యా, భ్రమణ గమనాలు, వాటి అంశాలు కూడా క్వాంటీకరణము చెందిన సదిశరాశులు అవటంవల్ల ఈ విధంగా ఊహించి చిత్రించిన పరమాణు రచనను సదిశ పరమాణు నమూనా (Vector atom model) అంటారు.

సదిశ పరమాణు నమూనాలో ప్రతి అంశ భాగానికి ఒక క్వాంటం సంఖ్య నిర్దేశింపబడి ఉంటుంది. ఆ అంశ భాగపు కోణీయ ద్రవ్య వేగాన్ని తెలిపే సదిశ పొడవుగా (Vectorial length) ఈ క్వాంటం సంఖ్యను ఊహించవచ్చు. సదిశ విశ్లేషణము (Vector analysis) లో కోణీయ ద్రవ్యవేగాన్ని సూచించే సదిశ రాశిని, భ్రమణ అక్షానికి సమాంతరంగా ఉండి ద్రవ్య వేగపు విలువకు అనులోమమైన విలువగల సరళ రేఖగా, తెలుపుతారు.

పరమాణువులోని ఎలక్ట్రానుతో సాహచర్యము చేసే క్వాంటం సంఖ్యలు:

(a) పూర్ణాంక క్వాంటం సంఖ్య -  $n$ : ఇది బోర్-సోమర్ ఫీల్డ్ సిద్ధాంతములోని  $n$  మాత్రమే. దానివలె దీనికి 1, 2, 3 .... మొదలైన పూర్ణాంక విలువలు మాత్రమే ఉంటాయి.

(b) కక్ష్య క్వాంటం సంఖ్య -  $l$ : ఏదైనా  $n$  కు దీని విలువలు  $0, 1, 2, \dots, (n-1)$  ఉంటాయి. అనగా  $n$  విలువలు ఉంటాయి. ఏదైనా  $l$  విలువకు కక్ష్య కోణీయ ద్రవ్య వేగము  $P_l = l \cdot \frac{h}{2\pi}$ .

(c) భ్రమణ క్వాంటం సంఖ్య -  $s$ : దీని పరిమాణము ఎప్పుడూ  $\frac{1}{2}$ , భ్రమణ కోణీయ ద్రవ్య వేగము  $P_s = \sqrt{s(s+1)} \cdot \frac{h}{2\pi}$ .

(d) సంపూర్ణ కోణీయ క్వాంటం సంఖ్య -  $j$ : ఇది కక్ష్య గమనమువల్ల కలిగే ద్రవ్యవేగము ( $P_l$ ), భ్రమణ గమనమువల్ల కలిగే ద్రవ్య వేగము ( $P_s$ ) ల ఫలితాన్ని తెలియజేస్తుంది.  $l, s$ , ల సదిశ కలయికవల్ల (Vector addition)  $j$  విలువ తెలుస్తుంది.  $j$  కు  $\left[l + \frac{1}{2}\right], \left[l - \frac{1}{2}\right]$  అనే రెండు విలువలు మాత్రమే సాధ్యము.

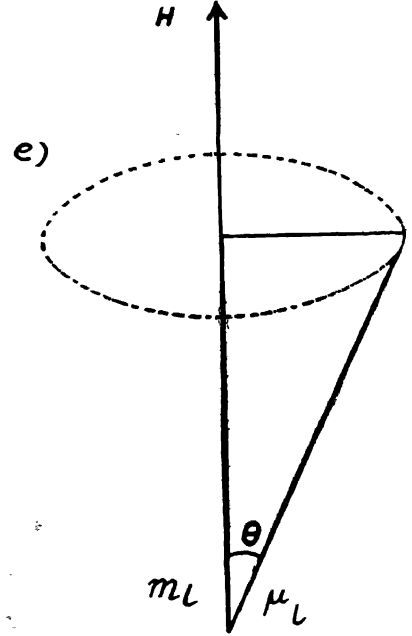
$\left(l + \frac{1}{2}\right)$  అయినపుడు  $s$  దిశ,  $l$  దిశ ఒకేవైపు ఉండి సమాంతరంగా ఉంటాయి.  $\left[l - \frac{1}{2}\right]$

అయినపుడు  $l$  దిశ,  $s$  దిశ వ్యతిరేకంగా ఉండి సమాంతరంగా ఉంటాయి. వీటినే సమాంతరము (parallel), ప్రతి సమాంతరము (anti-parallel) అంటారు. ఎలక్ట్రాను సంపూర్ణ కోణీయ ద్రవ్య

వేగము  $P_j = \sqrt{j(j+1)} \cdot \frac{h}{2\pi}$ .  $j$  కు పూర్ణాంక విలువలు మాత్రమే సాధ్యము.

పరమాణువును ఏదైనా అయస్కాంత క్షేత్రములో ఉంచితే మరో మూడు క్వాంటం సంఖ్యలు కూడా ఎలక్ట్రాను పొందుతుంది.

(e) అయస్కాంత కక్ష్య క్వాంటం సంఖ్య -  $m_l$ : కక్ష్య సదిశ రాశి  $l$  యొక్క ప్రక్షేపణము, అయస్కాంత క్షేత్ర దిశలో ఎంత వుంటుందో అదే  $m_l$  విలువ.  $-l$  నుంచి  $+l$



వరకు శూన్యముతో సహా  $[2l+1]$  విలువను  $m_l$  కలిగి ఉంటుంది. ఇదేకాక  $m_l$  కు పూర్ణాంక విలువ ఉండవలె. దీనికి విపర్యయంగా (Conversely)  $l$  కు అయస్కాంత క్షేత్రమునకు సాపేక్షముగా  $[2l+1]$  దిగ్విన్యాసాలు (Orientations) మాత్రమే సాధ్యము.

(f) అయస్కాంత భ్రమణ క్వాంటం సంఖ్య -  $m_s$ : భ్రమణ సదిశ రాశి  $s$  యొక్క ప్రక్షేపణము అయస్కాంత క్షేత్ర దిశలో ఎంత ఉంటుందో అదే  $m_s$ .  $m_l$  కు వలె  $m_s$  కు కూడా  $[2s+1]$  ప్రక్షేపణాలు సాధ్యము. కాని  $s = \frac{1}{2}$  అవటంవల్ల  $m_s$  కు  $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$  అనే విలువలు మాత్రమే సాధ్యము.



(g) అయస్కాంత సంపూర్ణ కోణీయ ద్రవ్య  
వేగ క్వాంటం సంఖ్య  $-m_j$  : సంపూర్ణ కోణీయ  
క్వాంటం సంఖ్య  $j$  యొక్క ప్రక్షేపణము అయ  
స్కాంత క్షేత్ర దిశలో ఎంత వుంటుందో అదే  
 $m_j$ .  $j$  కు  $[2j+1]$  దిగ్విన్యాసాలు ఉండడంవల్ల  
[దీనిలో భూస్యం కూడా ఉంది]  $m_j$  కు కూడా  
 $-j$  నుంచి  $+j$  వరకు ఉండే  $[2j+1]$  విలు  
వలు ఉంటాయి.

$m_l, m_s$  అనే క్వాంటం సంఖ్యల ప్రభావము  
శీఘ్రమైన అయస్కాంత క్షేత్రాలలో మాత్రమే  
ఉంటుంది. బలహీనమైన క్షేత్రాలలో  $m_s$  ప్రభా  
వము ఉంటుంది.

మొత్తము పరమాణువును చిత్రించాలంటే ఈ

క్వాంటికరణము చెందిన సదిశ రాసుల ఫలితము  
తెలియవలె. దీనికై

1. ఎలక్ట్రాన్ల సదిశ రాసుల్ని సరియైన  
సూత్రాలలో కలపవలె.

2. ప్రాదేశిక క్వాంటికరణ సూత్రాల్ని ఈ  
ఫలితానికి అనువర్తింప చేయవలె.

ఈ పద్ధతిని విశదీకరించుటలో వర్ణపటములోని  
గీతల పొడవునకు, సూక్ష్మ నిర్మాణము మాత్రమే  
కాక వాటి శీఘ్రత, ద్రవణము, అయస్కాంత  
తత్వము కూడా తెలియడంవల్ల ఈ నమూనా  
సంపూర్ణమైనది.

డా. ఎ. నత్యనారాయణమూర్తి

## 31. విద్యుదయస్కాంత వర్ణ పట్టిక

తెల్లని కాంతి కిరణాలు ఒక పట్టకములో వక్రీ  
భవనము చెందిన యెడల, అనేక వర్ణములుగా  
విభజింపబడునని, న్యూటన్ 1666 లో కను  
గొనెను. ఈ విభజనకు కారణము పట్టకము  
యొక్క వక్రీభవన గుణకము. ఇది కాంతి  
వర్ణము మీద ఆధారపడియుండును. ఈ దృగ్వి  
షయమును న్యూటన్, కణ సిద్ధాంతమును ప్రతి  
పాదించి విశదీకరించెను. ఇది వర్ణపట శాస్త్రమునకు  
నాంది అని చెప్పవచ్చును.

తరువాత యంగ్ అను భౌతిక శాస్త్రకారుడు  
రెండు కాంతి కిరణముల అధ్యారోపణము వల్ల అది  
వ్యతికరణము చెంది ద్యుతి, అద్యుతి కూడా  
కలుగునని కనుగొనెను. ఈ విషయమును  
కణసిద్ధాంతముద్వారా అర్థము చేసుకొనుట అసా  
ధ్యము. ప్రేగ్ న్ ప్రతిపాదించిన కాంతి తరంగ  
సిద్ధాంతము, పై దృగ్విషయమును విశదీకరించును.  
కాని ధ్వని తరంగముల వలె కాంతి మలుపులు

తిరగదు కదా! కాంతి ఏదైనా వస్తువుమీద పడి  
నపుడు కనబడు నీడలు అది సరళరేఖలో పయ  
నించునని స్ఫురింపజేయును. తరంగ దైర్ఘ్యము  
అతిస్వల్ప మగుటచే కాంతి తిరుగు మలుపులు  
అతి సున్నితమగు పరికరముల చేత మాత్రమే కను  
గొన వీలగును.

వివిధ కాంతి జనకములు, వాటి

వర్ణపటములు :

న్యూటన్ చేసిన ప్రయోగము మొదలుగా తరు  
వాత చేసిన బహుప్రయోగముల వలన వివిధ  
కాంతి జనకముల నుండి వచ్చు కాంతియొక్క వర్ణ  
సముదాయము ఆ పదార్థము మీద, దాని పరిస్థితుల  
మీద, ఆధారపడి యుండునని కనుగొనబడెను.  
వివిధ వర్ణములకు వివిధ తరంగ దైర్ఘ్యము లుండును.  
వివిధ పరమాణువుల జ్వాల, చాప, స్ఫులింగ,  
వర్ణ పటములను క్రమ పద్ధతిలో క్రోడీకరించిరి.

ప్రతి పరమాణువునకును ఒక ప్రత్యేకమగు వర్ణ సముదాయము ఉండునని నిర్ధారణ చేసిరి.

కాంతి తరంగములను ఆంగ్స్ట్రామ్ ప్రమాణము లలో కొలుతురు. మన కంటికి కనబడు వివిధ వర్ణముల కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యము  $8000\text{\AA}^{\circ}$  నుండి  $7600\text{\AA}^{\circ}$  యూనిట్లుండును; ఒక యూనిటు విలవ  $10^{-8}$  సెం. మీ.; ఎరుపు వైపున నుండు కనబడని కాంతిని పరారణ మనియు, నీలము వైపుననుండు కనబడని కాంతిని అతినిలలోహిత మనియు అందురు.

రోమర్ మహాశయుడు కాంతి సెకనుకు 1,86,000 మైళ్ళతో పయనించునని కనుగొనెను. ఆ తరువాతి ప్రయోగముల వలన కాంతి వేగము ఇంకనూ ఖచ్చితముగా కనుగొనబడెను. దీని వలన మన కగుపడు కాంతి తరంగముల పౌనః పున్యము సెకనునకు  $10^{15}$  వరకు ఉండునని తెలిసినది.

పరమాణువుల వర్ణపటముతో బాటు ఖగోళ మూర్తుల - అనగా సూర్యుడు, గ్రహములు, తోక చుక్కలు మొదలయిన వాటి - వర్ణ పటములను కూడా తీసిరి. ఈ విషయంలో ప్రథమ ప్రయోగము ఫ్రాన్ హఫర్ ది. ఆయన సూర్యుని వర్ణ పటము లోని నల్లని శోషణ రేఖలను కనుగొని అవి పర మాణువుల వర్ణ పటములోని రేఖలతో సరిపడునని చెప్పెను. అందువలన సూర్యునిలో అట్టి పర మాణువు లున్నవని నిర్ణయించిరి. ఇది కీర్కాఫ్ యొక్క ప్రసిద్ధ సూత్రమునకు దారి తీసినది. ఏ వర్ణముల కాంతిని ఒక పదార్థము వెదజల్లునో అదే తరంగ దైర్ఘ్యము గల కాంతిని అది శోషించు కొనును.

**విద్యుదయస్కాంత తరంగములు :**

ఇది ఇట్లుండగా వేరే మార్గములలో విద్యుత్ ఆయస్కాంత శక్తులను గూర్చియు, వాటి పరస్పర సంబంధములను గూర్చియు పరిశోధనలు జరుగు చుండెను. ఆంపియర్ అను భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు

విద్యుత్ ప్రవాహము ననుసరించి ఆయస్కాంత శక్తి యుండుననీ, అవి పరస్పర ప్రభావితములనీ నిరూపించెను; దీనివలన విద్యుత్ ప్రవాహము యొక్క యూనిట్ ను నిర్ణయించెను.

పారడే, ఆయస్కాంత శక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్పు, వద్దతిని వెదుకుచూ, అనేక విధ ప్రయత్న ముల తరువాత ఒక సూత్రమును కనుగొనెను. ఏదైనా విద్యుద్వాహకమును వేగముగా మారుచున్న ఆయస్కాంత క్షేత్రములో నుంచిన, అందు విద్యుత్తు ఉత్పత్తి అగును. ఉత్పత్తి అయిన వోల్టేజి  $V$  అయిన,

$$V = \frac{-\partial N}{\partial t} \dots\dots\dots (1)$$

ఇందు  $N$  ఆయస్కాంత శక్తి రేఖల సంఖ్య,  $t$  కాలము. మాక్స్ వెల్, స్థానభ్రంశ ప్రవాహము అను భావనను ఉపయోగించి, ఈ సూత్రమును వాహకములు కాని పదార్థములకు అన్వయించెను. వాహకములు కాని పదార్థములలో కూడా వేగముగా మారుచున్న ఆయస్కాంత క్షేత్రశక్తి తదనుగుణమైన విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తిచేయును. అటులే ఈ క్రింది సమీకరణముల ప్రకారము మారుచున్న విద్యుత్ క్షేత్రశక్తి ఆయస్కాంత శక్తిని ఉత్పత్తి చేయును.

$$\text{Curl } E = \nabla \times E = -\mu \frac{\partial H}{\partial t} \dots (2)$$

$$\nabla \times H = \epsilon \frac{\partial E}{\partial t} \dots (3)$$

ఇందులో  $E$ ,  $H$  విద్యుత్ ఆయస్కాంత క్షేత్ర శక్తులు;  $\epsilon$ ,  $\mu$  లు పదార్థమునకు సంబంధించిన పార విద్యుతిక స్థిరాంకముల ప్రవేశ్య శీలతలు;  $\epsilon$  కాంతి వేగము,  $t$  కాలము. ఈ రెండు సమీకరణముల నుండి క్రింది సమీకరణమును వ్రాయ వచ్చును.

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = \mu E \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \quad \text{---(4)}$$

ఈ సమీకరణము తరంగములకు సంబంధించినది.

ఇందు  $\sqrt{\frac{1}{HE}}$  కాంతి వేగమునకు సమానమని

తెలిసినది. అందువలన కాంతి తరంగములు విద్యుదయస్కాంత తరంగములేనని మాక్స్ వెల్ ఊహించెను.

అంతేకాక ఏదైనా విద్యుదావేశము కలిగిన కణము త్వరణముతో పయనించిన విద్యుదయస్కాంత తరంగము లుద్భవింపవలెనని అతడు చెప్పెను. దాని సమీకరణము :

$$\frac{e A \sin \theta}{c^2 r} = E = H \dots (5)$$

e కణము యొక్క విద్యుదావేశము; A త్వరణము; c కాంతి వేగము; r, θ, లు ద్రవ సీమాపతాలుగా గల బిందువు వద్ద E, H అను విద్యుత్, అయస్కాంత శక్తులు ఉద్భవింపచును. ఆ తరంగముల శక్తి

$$I = \frac{c}{4\pi} (E \times H) \dots (6)$$

**వర్ణ పటములు :**

మాక్స్ వెల్ పై సిద్ధాంతమును ధృవపరచగానే ఇంతకు ముందు తీసిన వర్ణపటములను అర్థము చేసుకొనుటకు అవకాశము కలిగినది. పరమాణువు లో విద్యుత్ కణములున్నవేమో, అవి కంపించుట చేతనే యీ తరంగములు పుట్టుచున్నవేమో అని ఊహలు బయలు దేరినవి. ఇట్టి వాతావరణములో జే. జే. థామ్సన్ ఎలక్ట్రానును కనుగొనగానే ఆ ఎలక్ట్రానుకు వెంటనే గుర్తింపు కలిగినది. దాని ఆధారంగా రూథర్ ఫర్డ్ ద్వారా పరమాణువునకు స్వరూప ముద్భవించెను. ఈ రూపమునకు బోర్ స్థిరత్వము కలిగించెను. వీరి సిద్ధాంతము ప్రకారము

రము ఒక పరమాణువులో మధ్య ఒక కేంద్రకము వుండి దానిచుట్టూ ఎలక్ట్రానులు తిరుగుచుండును. ఎలక్ట్రానుకు కేంద్రకమునకు మధ్య ఆకర్షణ బలము  $\frac{Ze^2}{r}$  (Z e కేంద్రము మీది విద్యుదావేశము; e ఎలక్ట్రాను మీది విద్యుదావేశము; r పీటి రెంటి మధ్య దూరము)  $\frac{M v^2}{r}$  ఈ రెంటి మధ్య

నుండు పరస్పర వికర్షణ బలము ఇందు M ఎలక్ట్రాను బరువు; v దాని వేగము. ఈ రెండును సమానమైనపుడు, ఎలక్ట్రానులు కేంద్రకము చుట్టును, సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు తిరుగుచున్నట్లు, తిరుగుచుండును. అప్పుడు ఎలక్ట్రాన్ యొక్క శక్తి Eని, బోర్ ఈక్రింది సమీకరణము నుపయోగించి లెక్క కట్టెను

$$E = \frac{2\pi^2 M Z^2 e^4}{h^2} \dots (7)$$

ఇందు h ప్లాంక్ స్థిరాంకము, 2π క్వాంటము సంఖ్య ఈ ఎలక్ట్రాను దాని కక్ష్యలో తిరుగుచున్నంత వరకు విద్యుదయస్కాంత తరంగ వికిరణము జరగదు. కాని తక్కువ శక్తిగల కక్ష్యకు దిగినపుడే వికిరణము జరుగును. ఇందు గమనించవలసిన ముఖ్య విషయమేమన, ఎలక్ట్రాన్ కేంద్రకము చుట్టూ తిరుగునపుడు త్వరణము ఉండి నప్పటికీ, బోర్ సిద్ధాంత ప్రకారము తరంగ వికిరణము జరగదు. ఇది మాక్స్ వెల్ సిద్ధాంతమునకు వ్యతిరేకము. ఈ పరస్పర విరుద్ధములయిన సిద్ధాంతములను ప్రోక్షిడింజరు తన తరంగ సిద్ధాంతముతో సమన్వయ పరచెను.

ఈ సిద్ధాంతములతో పరమాణువుల అనేక వర్ణ పటములను క్రమ పద్ధతిలో విశదీకరించుట సాధ్యపడినది.

**అణు పరమాణువులలోని చైతన్యము వలన విద్యుదయస్కాంత తరంగములు:**

పరమాణువులకు జ్వాల వలన, చాపము వలన, స్ఫులింగముల వలన, ఉద్రిక్తత కలుగ చేసినపుడు, క్రింది కక్ష్యలలో నున్న ఎలక్ట్రానులు ప్రైకిపోయిన తరువాత క్రిందికి దిగినపుడు తరంగ వికిరణము కలుగును.

1895 లో రాన్ డ్విజన్ x-వికిరణము కనుగొని అదికూడా విద్యుదయస్కాంత తరంగమే యని నిరూపించెను. ఈ కిరణములు కేంద్రమునకు అతి దగ్గరలోనున్న కక్ష్యలలో జరుగు ఎలక్ట్రాన్ మార్పిడి (Transition) వల్ల జనించును. వీటి తరంగ దైర్ఘ్యము, కొన్ని ఆంగ్స్ట్రామ్ యూనిట్ల పరిమితిలో నుండును. ఎక్కువ దైర్ఘ్యము వున్న x- తరంగ ములను మృదు x- తరంగములనియు, తక్కువ దైర్ఘ్యము గల వాటిని కఠిన x- తరంగము లనియు అనెదరు. ఈ తరంగములకు పదార్థముల గుండా చొచ్చుకొనిపోవు శక్తి కలదు. దీని నుప యోగించి శరీర ఆంతర్యాగముల ఛాయాచిత్రములు తీయుచున్నారు. ఇది వైద్యశాస్త్రమున కెంతయో ఉపయోగపడుచున్నది.

లవే మహాశయుడు x- కిరణముల తరంగ దైర్ఘ్యమును, స్పటికములోని పరమాణువుల మధ్య దూరమును ఒకే వ్యాప్తి (Range) కలిగి యుండుటచే స్పటికములను జాలకములుగా ఉపయోగించి వర్ణపటములను తీయవచ్చునని చెప్పెను. స్పటిక ములో x- కిరణ వివర్తనము వలన స్పటిక నిర్మాణము తెలుసుకొన వీలయినది.

1895 లో జేక్ రెడ్ రేడియో ధార్మిక చర్యను కనుగొనెను. రేడియో ధార్మిక పదార్థముల నుండి మూడు రకముల వికిరణములు ఉద్గార మగును. అవి  $\alpha$ - (హీలియం కేంద్రకములు),  $\beta$ - (ఎలక్ట్రానులు),  $\gamma$  (విద్యుదయస్కాంత తరంగములు)

అని నిర్ణయింపబడినవి. పరమాణు కేంద్రములు స్థిరత్వము కోల్పోయినపుడు ఈ వికిరణములు వెలువడును. పరమాణువులలోని ఎలక్ట్రానులకు వలెనే కేంద్రకములకు కూడా శక్తిస్థాయి లుండును. కేంద్రకము ఒక స్థాయి నుండి వేరొక స్థాయికి మారినపుడు  $\gamma$ - కిరణములు వెలువడును. వీటి తరంగ దైర్ఘ్యము  $10^{-12}$  సెం. మీ.

ఇట్లు పరమాణువుల కక్ష్యలలో నుండు ఎలక్ట్రానుల మార్పిడి వలన దృశ్యకాంతి, పరారుణ, అతినీల రోహిత కాంతులును, x- కిరణములును, కేంద్రము నుండి  $\gamma$  కిరణములును వచ్చునని తెలియుచున్నది.

**మైక్రో తరంగములు - రేడియో తరంగములు :**

మాక్స్ వెల్, విద్యుత్ కణముల త్వరణముల వలన విద్యుదయస్కాంత తరంగము లుద్భవించు నని చెప్పగానే, 1878 లో హర్ట్ డ్విజ్ అట్టి తరంగము లను ప్రయోగశాలలో చాపము నుండి ఉద్భవింప చేసెను. వాటి పౌనఃపున్యమును ఆయన గౌర వార్థము హర్ట్ డ్విజ్ లో కొలుతురు.

1901 లో మార్కోనీ, ధ్వని తరంగములను రేడియో తరంగములుగా మార్చి ప్రసారం చేయ వచ్చునని నిరూపించెను. ఆ తరువాత ఈ తరంగా లను తిరిగి ధ్వనిగా మార్చే పద్ధతిని కనుగొనెను. ఈ పద్ధతిలో ధ్వనులను, ఇతర సంకేతములను టీగలు లేకుండ ప్రసారము చేయవచ్చును. సమాచార ప్రసారాని కుపయోగించే తరంగముల పౌనః పున్యము 500 కిలో హర్ట్ డ్విజ్ ల నుండి, 30 మెగా హర్ట్ డ్విజ్ ల వరకు ఉండును.

కాంతి కిరణములు సెలీనియమ్ (Selenium) అను పదార్థముపై పడినపుడు, ఆ పదార్థపు నిరోధకపు శక్తి తగ్గిపోవునని 1873 లో ఎల్. మే అను శాస్త్రవేత్త కనుగొనెను. ఈ దృగ్విషయము

నాధారముగా జేసుకొని కాంతి నుండి తత్సంబంధమైన విద్యుత్ తరంగములను లభింపజేయు విద్యుత్ వలయములను, నిర్మించ పీలయినది. 1926 లో బయార్డ్ (Baird), జంకిన్స్ (Jankins) అను శాస్త్రవేత్తలు పై ప్రయోగ పద్ధతుల నాధారము చేసుకొని యాంతిక క్రమవీక్షణ ఫలకాలను (Mechanical scanning desks) ఉపయోగించి, “ఔలివిజన్ ప్రసారము” చేయగలిగిరి. ఇది నేటి ఔలివిజన్ వ్యవస్థకు ఒక పునాది రాయి.

ఔలివిజన్ వ్యవస్థలో మైక్రో తరంగములను వాహకముగా వాడుతారు. ఇవి కూడా విద్యుదయస్కాంత తరంగములే. వీటి తరంగ దైర్ఘ్యము అతి సీలలోహిత కాంతి కిరణముల దైర్ఘ్యము కన్న

ఎక్కువగను, రేడియో తరంగముల దైర్ఘ్యము కన్న తక్కువగను ఉండును. ఇవి చాలా దూరము వెళ్ళలేవు. అధిక పౌనః పున్యము వల్ల ఎక్కువ దిశాత్మకత (Directional property) కలిగి ఉంటాయి. రాడార్ లో వీటిని ఉపయోగిస్తారు. ఎక్కువ సంఖ్యలో ఔలిఫోన్లు పనిచేయవలెనన్న కూడా ఈ తరంగములను ఉపయోగింతురు. అప్పుడు వీటిని టీగెల గుండా ప్రసరింప జేయుదురు.

ఈ విధంగా విద్యుదయస్కాంత తరంగములు, రేడియో తరంగముల నుండి గామా కిరణముల వరకు వ్యాపించి వివిధ తరంగములలో ఉపయోగ పడుచున్నవి.

డా॥ యన్. రాజేశ్వరరావు

## 32. తరంగ కణ ద్వైధీ భావము

కాంతి స్వభావం ఏమిటి? అన్న ప్రశ్న 17 వ శతాబ్దం నుండి శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టి నాకర్షించినది. ఈ జిజ్ఞాస వారి భావనలలో విప్లవాత్మకములగు మార్పులు తెచ్చింది. దీని ఫలితముగా భౌతిక శాస్త్రం కొత్త మెరుగులు దిద్దుకొంది.

మనం నిత్యజీవితంలో కాంతికి సంబంధించిన ఎన్నో అనుభూతులు పొందుతాము. అద్దంలో ప్రతిబింబాలను చూస్తాము. ప్రతిబింబము ఏర్పడటానికి కారణం వస్తువు నుంచి బయలుదేరిన కాంతి, అద్దం వద్ద, పరావర్తనము చెందడమే.

నిండుగా నీరు ఉన్న పాత్రలోతు ఆసలు లోతు కన్న తక్కువగా ఉన్నట్లు కనిపిస్తుంది. నీటిలో ఉంచిన కర్ర వంగినట్లు కనిపిస్తుంది. ఈ రెండు ఉదాహరణలలోను, కాంతి రెండు యానకాలలో [గాలి, నీరు] ప్రయాణం చేయాలి. ఒక యానకం నుంచి రెండవ యానకంలోకి ప్రవేశించినపుడు కాంతి కిరణాలు వంగుతాయి. ఈ దృగ్విషయాన్ని

“వక్రీభవనం” అంటారు. కాంతిని కణ సముదాయంగా భావించి పరావర్తనం, వక్రీభవనం వంటి కాంతి ఫలితాలను 17 వ శతాబ్దంలో న్యూటను వివరించారు.

వక్రీభవనానికి సంబంధించిన కొన్ని వివరాలను కణసిద్ధాంతం వివరింపలేక పోయింది. న్యూటను సమకాలికుడైన హైగెన్సు అను శాస్త్రజ్ఞుడు కాంతి తరంగ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించి, పై ఫలితాలను విశదీకరించారు. కాని న్యూటనుకు ఆనాడు వున్న పలుకుబడి వల్ల తరంగ సిద్ధాంతము వాడుకలోకి రాలేదు.

ఏదైనా దూరంగావున్న కాంతి జనకాన్ని [వీధులలో ఉండే ట్యూబులైటు] ఔరిలీను లేదా నైలాను వస్త్రం గుండా చూస్తే ఒక క్రమబద్ధమైన కాంతి నమూనా కనిపిస్తుంది. ట్యూబులైటుకు ఇరువైపులా దానికి సమానాంతరంగా కాంతి పట్టాలు కనిపిస్తాయి.

దీనికి కారణం వస్తుం వలలోని సూక్ష్మ రంధ్రాలు కాంతి కిరణాలను సూటి మార్గం నుంచి కొద్దిగా ప్రక్కకు మరలించడమే. మరలింపబడ్డ కాంతి కిరణాల అధ్యారోపణంవల్ల కొన్నిచోట్ల కాంతి వృద్ధి అవడం, మరికొన్నిచోట్ల క్షీణించడం జరుగుతుంది. ఈ ప్రక్రియను "వ్యతికరణం" అంటారు. వ్యతికరణాన్ని కణసిద్ధాంతం ఆధారంగా అర్థం చేసుకోలేము. ఇదే విధంగా కాంతి అడ్డంకుల వద్ద వంగి ప్రయాణం చేయడాన్ని [వివర్తనాన్ని] కూడా కణసిద్ధాంతము వివరింపలేదు. ఈ రకం కాంతి ఫలితాలను వివరించడానికి కాంతిని తరంగ సముదాయంగానే భావించాలి. ఈ దృగ్విషయాలను కనుగొన్న తరువాత మైగెన్సు ప్రతిపాదించిన తరంగ సిద్ధాంతము ప్రచారంలోకి వచ్చింది. 1882వ సంవత్సరములో మాక్స్ వెల్, తరంగ సిద్ధాంతానికి, సైద్ధాంతిక వివరణ నిచ్చాడు.

కొన్ని లోహములమీద కాంతి పడినపుడు, ఎలక్ట్రానులు బహిర్గతము లవుతాయి. దీనిని కాంతి విద్యుత్ ఫలితం అంటారు. ఈ ఫలితాన్ని ఫోటోగ్రాఫర్లు కాంతి మీటర్లలోను, సౌర ఘటాలలోను వాడుతారు. ఈ ఫలితం తరంగ సిద్ధాంతానికి చిక్కు సమస్య అయింది. ఈ ఫలితాన్ని తరంగ సిద్ధాంతం వివరింప లేదు. తరంగాగ్రము వెడల్పుగా ఉన్నపుడు, తరంగం తన శక్తినంతా వెచ్చించి, ఒక్క ఒంటరి ఎలక్ట్రానును మాత్రం ఎలా వెలికి తీస్తుందో ఊహించడం కష్టం. సముద్రం అలలు తీరాన ఉన్న గుల్లల్లో ఒక్కదానిని మాత్రం దూరంగా కొట్టి వేయడం అసంభవ మైనట్లే ఇది కూడా అసంభవం. అవిచ్చిన్న తరంగావళిగా కాక, కాంతిని వివిక్త కణసముదాయంగా భావించి, 1905 సంవత్సరములో ఐన్ స్టీన్ కాంతి విద్యుత్ ఫలితాన్ని విశదీకరించారు. ఈ వివరణ క్వాంటం సిద్ధాంతం ఆధారంగా జరిగింది. ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారము కాంతిశక్తి అంతటా సమానంగా

వ్యాపించక, ఒక బిందువు వద్ద కేంద్రీకృతమై ఉంటుంది. ఇట్లు కేంద్రీకృతమైన శక్తిని "క్వాంటం" లేదా "ఫోటాన్" అంటారు.

పై విషయములనుబట్టి కాంతిని తరంగంగానో, కణంగానో కాక "కణతరంగం" గా భావించాలని అర్థం అవుతుంది. ఇది సామాన్య దృష్టికి అస్తవ్యస్తంగా ఉంటుంది. కాని ఇంతకంటే కఠినమైన సత్యాలను శాస్త్రజ్ఞులు ఎదుర్కొనవలసి వచ్చింది. పరమాణువులలో కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రానులు నిర్దిష్టమైన కక్ష్యలలోనే పరిభ్రమిస్తూ ఉండునని సిల్సుబోర్ ప్రతిపాదించినారు. ఎలక్ట్రానులు కొన్ని నిర్దిష్ట కక్ష్యలలోనే ఎందుకు తిరగాలి అన్నది చిక్కు ప్రశ్న అయింది. ఈ చిక్కు ప్రశ్నలను విడతీయడానికి డీబ్రాలి అను ఫ్రెంచి శాస్త్రజ్ఞుడు 1924వ సంవత్సరంలో ద్రవ్యకణాలకు తరంగ స్వభావం ఆపాదించారు. దాని ప్రకారం 'p' ద్రవ్యవేగం గం స్వేచ్ఛా పస్తువులలో తరంగ స్వభావం ఆపాదించవచ్చునని అట్టి తరంగ దైర్ఘ్యము  $\lambda = h/p$  ఉండునని తెలుస్తుంది. ఇందు "h" అనునది ప్లాంకు గుణకము. తరంగ సమాహ వేగము (Group Velocity) కణ వేగమునకు సమానం.

దాదాపు అదే సమయంలో డెవిసన్, గర్మర్ అను అమెరికన్ శాస్త్రజ్ఞులు ఎలక్ట్రాను వివర్తనపై ప్రయోమంగచేశారు. ఎలక్ట్రాను కూడా కాంతివలె వ్యతికరణం, వివర్తనం వంటి ప్రక్రియలలో పాల్గొంటుందని తెలియజేశారు. ఇట్లు తరంగ కణ స్వభావం x-కిరణ, ఎలక్ట్రాను, న్యూట్రాను, వివర్తనం వంటి మూల ప్రయోగాలకు నాందియై, స్పటిక భౌతిక శాస్త్ర పరిశోధనకు పునాది వేసింది.

ప్రాచీన భౌతిక శాస్త్రంలో తరంగాలు, కణాలు విభిన్నంగా ప్రవర్తించాయి. కాని నవీన భౌతిక శాస్త్రంలో ఆ తేడా అదృశ్యమయింది. అంటే కాంతి తరంగాలు కణాలవలెనూ, ద్రవ్య కణాలు తరంగాలవలెనూ ప్రవర్తిస్తాయి. ఈ విరుద్ధ

స్వభావాని సమన్వయ పరచడానికి హైసన్ బర్గ్ అను జర్మన్ శాస్త్రజ్ఞుడు అనిశ్చితత్వ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించారు. ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం గమనములో నున్న కణపు స్థానమును, ద్రవ్యవేగమును ఒకేసారిగా ఒకే నిర్దిష్టతలో కొలువలేము. అంటే స్థానమును, ద్రవ్య వేగమును కొలుపుటలో అనిశ్చితత్వం ఉండన్నమాట. ఈ అనిశ్చితత్వాల లబ్ధము

$$\hbar \left( = \frac{h}{2\pi} \right) \text{ కంటే తక్కువ ఉండదు. ఈ}$$

అనిశ్చితత్వము కణస్థితిలోని మార్పువల్ల వచ్చినదే. ఉదాహరణకు ఎలక్ట్రాను గమనమును పరిశీలించుటకు ఫోటాను సహాయము కావాలి. ఆ ఫోటాను ఎలక్ట్రానుతో ఘర్షణ పడినపుడు మనం గమనించేది, మార్పు చెందిన ఎలక్ట్రాను గమనమేగాని దాని తొలి గమనం కాదు. ఈ భేదము ఎలక్ట్రాను ద్రవ్యవేగములోని మార్పు [అదియు ఘర్షణ ఫలితం] అని తెలుస్తుంది

ఈ అనిశ్చితత్వ సూత్రము ముఖ్యంగా సూక్ష్మ వస్తువుల గతి శాస్త్రమునకు వర్తిస్తుంది. దీనిని స్థూలగతి శాస్త్రము [Dynamics of macroscopic objects]నకు వర్తింపజేయ నవసరం లేదు.

ఒకవేళ కణస్థానమును ఖచ్చితంగా, నిర్దిష్టంగా కొలుస్తున్నామంటే, దానితో కూడిన ద్రవ్యవేగమును

కొలుచుటలో కొంత అనిశ్చితత్వం అంగీకరించాలి. అంటే కణమునకు కణభావము పూర్తిగా ఆపాదించి నపుడు, ద్రవ్య వేగంలో పెరిగిన అనిశ్చితత్వం వల్ల తరంగ భావము తగ్గుతుంది. అట్లాగే ద్రవ్య వేగమును ఖచ్చితముగా కొలిస్తే తరంగ భావము విస్పష్టమవుతుంది; అప్పుడు కణభావం తగ్గుతుంది.

ఈ రెండు భావాలు నాణెం యొక్క రెండు ముఖాలుగా అనుకుంటే ఏదోఒకముఖం స్పష్టంగా కనిపిస్తే, ఇంకో ముఖం నిశ్చిప్త మవుతుంది. ఒక భావము విస్పష్ట మయితే రెండో భావము నిశ్చిప్త మవుతుంది. కృష్ణ వస్తు వికిరణం, కాంతి విద్యుత్ ఫలితములలో కణభావము విస్పష్ట మయితే వివర్తనా, వ్యతిరేకణాలలో తరంగభావం బాగా తెలుస్తుంది. ఈ విధంగా హైసన్ బర్గ్ అనిశ్చితత్వ సూత్రం తరంగ, కణ భావాని విశదీకరిస్తుంది.

ఈ తరంగ కణతత్వము నాధారంగా చేసుకొని ప్రోడింగరు తరంగ గతిశాస్త్రమును, హైసన్ బర్గ్ మాత్రికా గణిత శాస్త్రమును పెంపొందించి నారు. ప్రోడింగరు, హైసన్ బర్గ్ల గతిశాస్త్రములు స్థూలదృష్టికి వేరువేరుగా కనిపించినా మౌలికంగా వాటిగమ్యం ఒకటే.

డా. వేదం రామమూర్తి.

### 33. క్వాంటమ్ యాంత్రిక శాస్త్రము

సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రము యొక్క ప్రధాన ఉపభాగమే క్వాంటమ్ యాంత్రిక శాస్త్రము. సూక్ష్మ కణాల ధర్మాలను గూర్చి తెలుసుకోవడం ఈ శాస్త్రం యొక్క మౌలిక సమస్య. చారిత్రాత్మకంగా గమనిస్తే ప్రతి సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రభాగపురోగమనంలో రెండు ముఖ్యాంశాలు ఉంటాయి.

1. తొలుత ప్రయోగ ఫలితాల సేకరణ, అనుభావిక సూత్రాల వివరణ, ప్రాథమిక పరికల్పనల,

సిద్ధాంతాల రూపకల్పన జరుగుతాయి. 2. తరువాత అనేక దృగ్విషయాలను విశదీకరించడానికి సాధారణీయ సూత్రాలను రూపొందించడం జరుగుతుంది.

ప్రయోగ ఫలితాలు - ప్రాథమిక పరికల్పనలు :

ఇరువదవ శతాబ్ద ప్రారంభం నాటికి కృష్ణ వస్తు వికిరణము నందలి శక్తిపంపిణీ, కాంతి

వీద్యుత్ప్రభావము, ఎక్స్ కిరణాలు, రేడియో  
ధార్మికత, ప్రాడ్రోజన్ వర్ణ పటశ్రేణులు మున్నగు  
అనేక విషయాలను గూర్చిన ప్రయోగ ఫలితాలు  
సేకరించబడ్డాయి. కృష్ణ వస్తు వికిరణాన్ని  
విపులీకరించడానికి ప్లాంక్ [1900] అను శాస్త్ర  
జ్ఞుడు విద్యుదయస్కాంత వికిరణము, అవిచ్ఛి  
న్నంగా జరుగదనీ, ఉద్గారము లేక శోషణము  
జరుగునప్పుడు శక్తి  $E = h\nu$  అను చిన్న చిన్న  
గుళికలుగా రూపొందుననీ ప్రతికల్పన చేయడం  
జరిగింది. ఇచ్చట  $\nu$  అనునది శక్తి వికిరణ  
పౌనఃపున్యము;  $h$  అనునది ప్లాంక్ స్థిరాంకము.  
ఈ శక్తి గుళికలను క్వాంటా అంటారు. ఐన్ స్టీన్  
(1905) అను శాస్త్రజ్ఞుడు మరొక అడుగు ముందుకు  
వేసి, క్వాంటా లేక ఫోటాన్లు, (లైప్స్ అను  
శాస్త్రజ్ఞుడు ఫోటాన్ అను పదాన్ని 1928లో  
మొట్టమొదట ఉపయోగించాడు) శక్తి ప్రసారమగు  
నపుడు, తమ స్వరూపమును కోల్పోవనియు,  
ఉద్గార శోషణములందు అచ్చేద్యములై  $h\nu$  ప్రమా  
ణాలలోనే పాల్గొంటాయనియు, సిద్ధాంతీకరించెను.  
ఈ భావన నుపయోగించి ఐన్ స్టీన్ కాంతి విద్యుత్  
ప్రభావమును విశదీకరించెను. శక్తి వికిరణము  
యొక్క కణస్వభావము కాంప్టన్ ఫలితమునందు  
(1923) మరింత చక్కగా దృఢీకృతమవుతుంది.  
కావున మనకు శక్తి మున్నగు భౌతిక రాసుల  
విలువలు విక్రంగా ఉంటాయనీ (క్వాంటీకరణము),  
శక్తి వికిరణమున ద్వంద్వ స్వభావము (తరంగ,  
కణ, స్వరూపాలు) కలదనీ రెండు ముఖ్య విష  
యాలు తెలిశాయి. శక్తి వికిరణములాగే కణాలు  
కూడా ద్వంద్వ స్వభావం కల్గి ఉంటాయనే  
డీ బ్రోగ్లీ (1924) సైద్ధాంతిక పరికల్పన మరో  
ముఖ్యమయిన విషయము. దాని కనుగుణంగా  
 $P$  అను ద్రవ్యవేగం గల కణం యొక్క తరంగ  
దైర్ఘ్యము  $\lambda = \frac{h}{P}$  అని సిద్ధాంతీకరించబడింది.  
ఈ పరికల్పన సరియైనదని డేవిసన్, జర్మర్

(1927), థామ్సన్ (1928) అను శాస్త్రజ్ఞులు  
చేసిన ఎలెక్ట్రాన్ వ్యతికరణ ప్రయోగాలవల్ల ఋజు  
వై నది.

### ప్రాచీన క్వాంటమ్ సిద్ధాంతము :

క్వాంటమ్ సిద్ధాంతానికి ప్లాంక్, ఐన్ స్టీన్  
సూత్రాలు పునాదిరాళ్లు. పరమాణువులకు వర్తించు  
చక్కటి క్వాంటమ్ సిద్ధాంతాన్ని బోర్ (1913)  
అను శాస్త్రజ్ఞుడు, ఫోటాన్ సిద్ధాంతం ఉపయోగించి,  
రూపొందించాడు. రూథర్ ఫర్డ్ తలచినట్లే, ప్రాడ్రో  
జన్ కేంద్రకంచుట్టూ ఒక ఎలెక్ట్రాన్ పరిభ్రమిస్తుం  
దని-బోర్ తలచాడు. సంప్రదాయ విద్యుత్ గతిజ  
శాస్త్రరీత్యా, ఈ ఎలెక్ట్రాన్ క్రమంగా శక్తిని వికిరణం  
చేసి కేంద్రకంచుట్టూ సర్పిలమై చివరకు కేంద్రాన్ని  
ఢీకొనవలె. కాని ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువు ఈ  
విధంగా ప్రవర్తించదు. ఈ స్థిరత్వాన్ని విశదీక  
రించడానికి బోర్, ఎలెక్ట్రాన్ పరిభ్రమణానికి కొన్ని  
స్థిరకక్ష్యలు ప్రవేశ పెట్టెను. ఎలెక్ట్రాన్ ఒక కక్ష్య  
నుండి మరొక కక్ష్యకు వెళ్ళినపుడే శక్తి (కాంతి)  
 $\Delta E$  ని వికిరణం చేస్తుంది. ఈ కాంతి పౌనః  
పున్యము ఫోటాన్ సిద్ధాంతానికి అనుగుణంగా  
 $\nu = \Delta E/h$  ఇంతేకాక కోణీయ ద్రవ్యవేగానికి  
కూడా క్వాంటమ్ సూత్రాన్ని వర్తింప జేయడం  
జరిగింది. (కో. ద్ర. వే. =  $n\hbar$ ) ఈ స్వీకృతాల  
నాధారంగా చేసుకొని అదివరకే వాడుకలో  
నున్న ప్రాడ్రోజన్ వర్ణపట రేఖల తరంగ  
సంఖ్యల కనువర్తించే రిడ్ బెర్గ్-రిట్జ్ ల యొక్క  
$$\bar{\nu} = R \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) [m, n : పూర్ణాంకాలు,$$
  
 $R : రిడ్ బెర్గ్ స్థిరాంకము]$  అను అనుభావిక సమీకర  
ణాన్ని బోర్ సైద్ధాంతీకరించాడు.

ప్లాంక్, ఐన్ స్టీన్ల ఫోటాన్ సిద్ధాంతమూ, బోర్  
సిద్ధాంతమూ, వాటి వివిధ రూపాంతరాలు కలిసి  
ప్రాచీన క్వాంటమ్ సిద్ధాంత మనభిదతాయి. ఈ



సిద్ధాంతం ఉపయోగించి హైడ్రోజను వర్ణపట రేఖల పొడవులను కనుగొన వచ్చునేగాని వాటి కాంతి తీక్షణతను కనుగొన లేము. ఇందుకై సీమితాస్థితిగ, సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్ర సిద్ధాంతాల నుపయోగించ వలసి వచ్చింది. ఒకటికి మించిన ఎలక్ట్రానులుగల పరమాణువుల వర్ణపట రేఖలను ఈ సిద్ధాంతం సరిగ్గా వివరింప లేకపోయింది. వర్ణపట విశ్లేషణలో యాదృచ్ఛిక వర్ణ నియమాలు అవసర మయ్యాయి. ద్వీ పరమాణుక అణువు యొక్క వర్ణపట విశ్లేషణ కూడా కచ్చితంగా వివరింపబడలేదు. కాంతి విశ్లేషణము ఈ సిద్ధాంత పరిధిలోనే లేదు.

పైన వివరించిన ప్రయోగాత్మిక అవరోధాలే గాక, మరికొన్ని ముఖ్యమైన భావనాత్మక సమస్యలు కూడా ఎదురయ్యాయి. హైడ్రోజన్ కేంద్ర కము, ఎలక్ట్రాన్ స్థిర విద్యుత్ ఆంతశ్చర్య ప్రభావ కాలై యుండగా, స్థిరకక్ష్యలో త్వరణము కల్గిన ఎలక్ట్రాన్ ఎందుకు వికిరణం చేయగల్గిన శక్తిని కోల్పోయిందో అర్థం కాలేదు. ఉద్గార, శోషణాల స్వభావం కూడా సరిగ్గా తెలియలేదు. ఉద్గారమున కణముగను, ప్రసారమున తరంగముగను కనిపించు కాంతియొక్క ద్వంద్వ స్వభావము స్వయం విరుద్ధంగా కన్పించింది. ఇలా ప్రాచీన క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం సంప్రదాయ యాంత్రిక శాస్త్రాన్ని, భౌతిక శాస్త్రాన్ని ఉపయోగించి సమస్యలు పరిష్కరించి, వాటికి యాదృచ్ఛికంగా క్వాంటమ్ భావన అను జోడించటంవల్ల సిద్ధాంత నిర్మాణంలో సంబద్ధత లోపించింది. ఈ కారణాల వల్ల ప్రాచీన క్వాంటమ్ సిద్ధాంతమును వదిలి, నవ్య క్వాంటమ్ సిద్ధాంతాన్ని చేపట్టవలసి వచ్చింది.

**క్వాంటమ్ యాంత్రిక శాస్త్రము :**

ప్రాచీన క్వాంటమ్ సిద్ధాంతము నందలి భావనాత్మక సమస్యలకు మూలకారణం ప్రయోగాత్మకంగా పరిశీలించలేని ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్యలు, ఈ కక్ష్యల

మధ్య ఎలక్ట్రాన్ల గంతులు మొదలైన ఊహాత్మక భౌతికరాసుల ఆధారంగా ఆ శాస్త్ర నిర్మాణం జరగటమేనని హైసెన్బర్గ్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు భావించాడు; కాబట్టి పేక్షిత భౌతికరాసుల ఆధారంగా నవ్య క్వాంటమ్ సిద్ధాంత నిర్మాణానికి ఆయన పూనుకున్నాడు ఈ పద్ధతిలో హైసెన్బర్గ్ (1925) అతి సునిశితమును, కఠినమును అగు ఫోరియర్ విశ్లేషణము, మాత్రికా సిద్ధాంతాలు మున్నగు గణిత సిద్ధాంతాల ఆధారంగా క్రొత్త యాంత్రిక శాస్త్రము (మాత్రికా యాంత్రిక శాస్త్రము) నొకదానిని సృష్టించాడు. అనతి కాలంలోనే ష్రోడింగర్ (1926) తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రమనే మరొక యాంత్రిక శాస్త్రాన్ని ప్రవేశ పెట్టెడు. డీబ్రోగ్లీ తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని సంప్రదాయ తరంగ సమీకరణంలో ఉపయోగించడమే ష్రోడింగర్ పద్ధతిలోని ముఖ్యంశము. తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రం, మాత్రికా యాంత్రిక శాస్త్రము, గణిత శాస్త్రరీత్యా తుల్యములని ష్రోడింగర్ నిరూపించాడు. పై రెండు పద్ధతులనూ, వాటి రూపాంతరాలునూ నవ్య క్వాంటమ్ సిద్ధాంతము లేక క్వాంటమ్ యాంత్రిక శాస్త్రము అని పిలువబడుతున్నాయి.

నవ్య క్వాంటమ్ సిద్ధాంతంలో పరిమితము, అవిచ్ఛిన్నము అయి ఏక మూల్యము, సమాకలన వర్గము కల్గిన ప్రమేయము  $\psi(x, t)$  [సౌలభ్యమునకై  $x$  అక్షమున మాత్రమే చలించు ఒక కణమును పరిశీలిస్తాము] నొకదానిని ప్రవేశ పెట్టడం జరిగింది. ఇది సంప్రదాయ తరంగ సమీకరణ మందలి కంపన పరిమితి లాంటిది. మాక్స్ బార్న్ [1926] అను శాస్త్రజ్ఞుని దృష్టిలో  $\psi \cdot \psi dx$  అనురాశి  $x, x + dx$  ల మధ్య కణ ముండుటను తెల్పు సంచావ్యత. ఈ సూత్రన సిద్ధాంతంలో దూరము  $(x)$ , ద్రవ్యరాశి  $(p_x)$ , శక్తి  $(E)$  మొదలగు భౌతిక చరరాశులు క్రొత్త రూపాన్ని ధరిస్తాయి.  $x \rightarrow x; p_x \rightarrow -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$ ,

$E \rightarrow i\hbar \frac{\partial}{\partial t}$  అను అనురూపతల వల్ల వివిధ భౌతిక

రాసులు పరిక్రియా కారకాలుగా మారి  $\psi$  ప్రమేయం పైన పరిక్రియ జరుపుతాయి.  $m$  అను ద్రవ్యరాశిని,  $p_x$  అను ద్రవ్యవేగమును కల్గిన కణపు శక్తి

$$E = \frac{p_x^2}{2m} + v(x) \quad \text{ఈ సమీకరణం పైన}$$

తెల్పిన అనురూపతల వలన

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + v\psi = i\hbar \frac{\partial\psi}{\partial t}$$

గా రూపొందుతుంది. ఈ సమీకరణాన్ని ష్రోడింగర్ కాల ఆశ్రిత సమీకరణము అంటారు. స్థావర స్థితిలో :

$$\psi(x, t) = \psi(x) \frac{-iEt}{\hbar} \quad \text{కావటం వల్ల}$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + v\psi = E\psi \quad \text{అనే స్థావర}$$

స్థితి-ప్రోడింగర్ సమీకరణం వస్తుంది.

పై ప్రోడింగర్ సమీకరణాన్ని హరాత్మక డోలక సమస్య పరిష్కారానికి ఉపయోగిస్తే  $E_n = (n + \frac{1}{2}) h\nu$  అనే ఫలితం వస్తుంది. ఈ విలువకు ప్రాచీన క్వాంటం సిద్ధాంత విలువ

$$E_n = nh\nu \quad \text{కు తేడా ఉంది.} \quad E_0 = \frac{h\nu}{2}$$

అను శూన్యస్థాయిశక్తి, క్వాంటమ్ యాంత్రిక శాస్త్రపు ప్రత్యేక లక్షణము. ద్వీ పరమాణుక అణువుల వర్ణపటము నందలి ఐసోటోప్ రేఖల విశ్లేషణ ఫలితాలు పై శూన్యస్థాయి శక్తి విలువను పూర్తిగా సమర్థించాయి. ఈ సిద్ధాంతరీత్యా సాధించిన దృఢ

$$\text{ద్రవణ శక్తి విలువలు } E_j = j(j+1) \frac{\hbar^2}{2I}$$

[ $I =$  జడత్వ బ్రామకము], ద్వీ పరమాణుక అణువు యొక్క ద్రవణ వర్ణపట ప్రయోగ ఫలితాలకు సరిపోయాయి. త్రిమితీయ ప్రోడింగర్ సమీకరణం ప్రైడ్రాజన్ పరమాణువునకు అనువర్తిస్తే వచ్చే

$$\text{శక్తి విలువలు } E_n = \frac{-Rch}{n^2} \quad (c = \text{కాంతి}$$

వేగము) బోర్ సిద్ధాంత విలువలతో సరిపోయాయి. ఇలా క్వాంటమ్ యాంత్రిక శాస్త్రం వల్ల సరియైన సైద్ధాంతిక సమీకరణాలు వస్తున్నాయి. క్వాంటీకరణం ఈ సిద్ధాంతం నుండి అతి సహజంగా వెలువడుతుంది. ఈ సిద్ధాంతం ఉపయోగించి వర్ణపట రేఖల తీక్షణ, వరణ నియమాలు కూడా సాధించడం జరిగింది. అనవసరమైన ఎలక్ట్రాన్ స్థిరకక్ష్యలు, క్వాంటమ్ గంతులు ఈ సిద్ధాంతంలో పొడనూపవు.

సోడియమ్ వర్ణపటరేఖల ద్వికణ నిర్మాణాన్ని విపులీకరించడానికి యూలెన్ బెక్, గౌడ్స్మిత్ అను శాస్త్రజ్ఞులు ఎలక్ట్రాన్ స్పిన్ భావనను ప్రవేశ పెట్టిరి. ప్రైడ్రాజన్ వర్ణపట రేఖలలోని సున్నిత నిర్మాణాన్ని అసంగత జీమాన్ ఫలితాన్ని విశదీకరించడానికి ఈ స్పిన్ భావన చాలా అవసరమయింది. ప్రోడింగర్ సమీకరణంలో స్పిన్ ఒక ఆతుకుగా, పౌలీ అను శాస్త్రజ్ఞుడు జోడించాడు. అంతేగాక ప్రోడింగర్ సమీకరణం అసాపేక్ష సమీకరణము. క్లయిన్ - గోర్డన్ [1926] అను శాస్త్రజ్ఞులు స్వేచ్ఛా కణానికి అనువర్తించే సాపేక్ష సమీకరణాన్ని తొలిసారి ప్రవేశ పెట్టారు. వీరు  $E = \sqrt{c^2p^2 + m^2c^4}$  అనే శక్తిసాపేక్ష సమీకరణాన్ని ఎన్నుకొన్నారు. వర్గమూలంలోని అవకలన కారకాల పరిక్రియా లక్షణాలు అనిదుక్తం అవుటచే సమీకరణానికి వర్గం కనిపెట్టి  $E \rightarrow i\hbar \frac{\partial}{\partial t}$ ,

$p \rightarrow -i\hbar \nabla$  అను అనురూపతలను ప్రతిష్ఠేపించారు. ఈ విధంగా సాధించబడిన సమీకరణం స్పిన్ రాహిత్య కణాలకే వర్తిస్తుందని తెలిసింది.

రేఖీయ సాపేక్ష సమీకరణం సాధించడానికి డిరాక్ [1928] అను శాస్త్రజ్ఞుడు వేరొక పద్ధతిని ప్రవేశ పెట్టెను.  $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z, \beta$  అను

4 × 4 మాత్రికలను ఉపయోగించి శక్తి సమీకరణాన్ని రేఖీయంగా మలచి ఈ క్రింది సమీకరణాన్ని ఆయన సాధించాడు :

$$E = c \sqrt{p^2 + m^2 c^2} = c (\alpha_x p_x + \alpha_y p_y + \alpha_z p_z + \beta m c) = c (\alpha p + \beta m c)$$

ఈ సమీకరణంలో ఆనురూపతలు

$$E \rightarrow i\hbar \frac{\partial}{\partial t}, \quad p \rightarrow -i\hbar \nabla \quad \text{ఉపయోగిస్తే}$$

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -i\hbar (\alpha, \nabla) \psi + \beta m c^2 \psi$$

అనే డిరాక్ సాపేక్ష తరంగ సమీకరణం వస్తుంది. ఇందు  $\alpha, \beta$  లు 4 × 4 మాత్రికలవటం వల్ల తరంగ ప్రమేయం ( $\psi$ ) కూడా నాలుగు వరసల దొంతి మాత్రిక అవుతుంది. ఈ క్రొత్త తరంగ ప్రమేయంలో అతిసహజంగా స్పిన్ భావన ఇమిడి పోయింది. ఈ సమీకరణాన్ని హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు వర్తింపజేస్తే వర్ణపటరేఖల సున్నితపు నిర్మాణం విపులీకరింపవచ్చు. వైపెచ్చు, స్వేచ్ఛా కణ సమన్యలో ఋజుత్వకమైన శక్తి విలువలు ఉండవచ్చునన్న సత్యాన్ని ఈ సమీకరణం వెలువరించింది.  $E = \pm c \sqrt{p^2 + m^2 c^2}$  అనే సమీకరణంలో నిశ్చల ఎలక్ట్రాన్ కు ( $p = 0$ ),  $E = + mc^2$ ,  $E = - mc^2$  అను రెండు విలువలు ఉంటాయి. చలిత ఎలక్ట్రాన్ లకు అవి చ్చిన్న శక్తి పరిధులు  $E = mc^2$  నకు పైనను  $E = - mc^2$  నకు దిగువను ఉంటాయి. ఋజుత్వకమైన శక్తిస్థాయులు పౌలీ వర్ణనసూత్రము

నకు అనుగుణముగా ఎలక్ట్రాన్ లతో నిండియున్నట్లు ఊహించవచ్చు.  $2mc^2$  అనే కనిష్ట శక్తి విలువ కలిగిన  $\gamma$  - కిరణపు శక్తిని ఈ ఋజుత్వక శక్తి స్థాయి యందలి ఎలక్ట్రాన్ కు ఇస్తే ఆ ఎలక్ట్రాన్ ధనాత్మక శక్తి స్థాయిని చేరుకొంటుంది. దీనివల్ల ధనాత్మక శక్తి విలువ గల్గిన ఎలక్ట్రాన్ ఒకటి, ఋజుత్వక శక్తి విలువలు కలిగిన ఎలక్ట్రాన్ ల 'సముద్రం' లో ఒక 'భాళి' ఏర్పడుతాయి; అదే ఋజుత్వకమైన శక్తి స్థితులలో ఒక ఋజుత్వక ఆవేశం లేమి ఏర్పడిందన్నమాట. ఇదే మనకు ధనాత్మక ఆవేశం కలిగి ధనాత్మక శక్తి స్థాయిలో ఉన్న కణంగా కనబడుతుంది. ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ద్రవ్యరాశి ఆవేశపరిణామ విలువలు కలిగి, ఆవేశం ధనాత్మకంగా ఉన్న ఈ కణాన్నే పాసిట్రాన్ అంటారు. ఈ పాసిట్రాన్ ను ఏండర్సన్ (1933) అను శాస్త్రజ్ఞుడు తరువాత కనుగొన్నారు.

క్వాంటమ్ యాంత్రిక శాస్త్రము సాధించిన ఘన విజయాలలో శూన్యస్థాయి శక్తి, ద్విపరమాణుక ఆణువుల వర్ణపట విశ్లేషణ, వర్ణపట రేఖల సున్నిత నిర్మాణం, స్పిన్ భావన, పాసిట్రాన్ సిద్ధాంతం మొదలగునవి కొన్ని విషయాలు మాత్రమే. సొంపైన భావనలతో ఇంపు గూర్చుచూ సంభ్రమము గొలుపు సైద్ధాంతిక ప్రయోగాత్మక పరివర్తనలు కలిగిన ఈ క్వాంటమ్ యాంత్రిక శాస్త్రము మానవుని మేధస్సునకు ఒక గీటు రాయి.

డా॥ వై. ప్రభాకరరెడ్డి

# 34. సా పేక్షత

(Relativity)

ఈ శతాబ్దపు ఉదయారుణ కాంతులలో సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రము విప్లవాత్మక పరికల్పనలతో ముందడుగు వేసింది. ప్లాంక్ ప్రతిపాదించిన క్వాంటం వాదం, ఐన్ స్టీన్ ప్రవేశపెట్టిన సాపేక్షతా వాదం అనే రెండు శాఖలు అందులో ప్రసిద్ధి కాంచినవిగా పేర్కొనవచ్చు. ప్రపంచ మంతటా కేవలమూ ముగ్గురు వ్యక్తులు మాత్రమే సాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని ప్రారంభంలో అపగాహన మొనరించు కొనిరసిన, అందులో ఒక వ్యక్తి ఆ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించిన ఆల్బర్ట్ ఐన్ స్టీన్ అని ఒకా నొకప్పు డొక కట్టు కథ ఉండేది. నాటి ఊహాజనిత సైద్ధాంతిక వాదం, ప్రాయోగికపరంగా రుజువయిన నేటి మేటి సిద్ధాంత మయింది.

విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతము (Special Theory of Relativity), సార్వత్రిక సాపేక్షతా సిద్ధాంతం (General Theory of Relativity) అనేవి సాపేక్షతావాదంలోని ముఖ్యాంశాలు. విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని ఐన్ స్టీన్ 1905వ సంవత్సరములో ప్రతిపాదించాడు. అంతరాశ-కాల స్వభావాన్ని, విశ్వరహస్యాన్ని విపులీకరించి, తర్కించి, వర్ణించడానికి సార్వత్రిక సాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని అతడు 1915లో ప్రకటించినాడు.

మొట్టమొదట విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని గురించి తెలుసుకొందాము. కాంతి సెకనుకు 186 వేల మైళ్ళ వేగముతో లేదా  $3 \times 10^{10}$  మీటర్ల వేగముతో ప్రసరిస్తుంది. నీటిలోని తరంగాలకు యానకంగా నీరు ఉన్నట్లు, కాంతి తరంగవాదంలో, కాంతి తరంగాలకు “ఈథర్” (Ether) అనేది యానకంగా ఉంటుందని శాస్త్రజ్ఞులు భావించారు. ఈథర్ విశ్వమంతా నిండి ఉంటుందనీ, నిశ్చలంగా

ఉండే సముద్రం లాగుంటుందనీ, విశ్వమంతా అందులో మునిగి ఉన్నదనీ శాస్త్రజ్ఞులు ఈథర్ ను గురించి ఊహించారు. ఈథర్ లో ఉన్న భూమి, సూర్యునిచుట్టూ సెకనుకు 18.5 మైళ్ళ వేగంతో దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలో తిరుగుతూ ఉంటుంది. పడవలో ప్రయాణంచేస్తూ, గట్టు వైపుకు చూచి నట్టయితే, గట్టుమీద చెట్లు వెనక్కిపోతూ ఉన్నట్లు కనిపిస్తాయి. ఆ విధంగానే భూమి ప్రయాణం చేస్తున్నప్పుడు, ఈథర్ భూమిని వదలి వెనక్కిపోతూ ఉన్నట్లు కనిపించవలె. దీనినే “ఈథర్ డ్రిఫ్ట్” అంటారు.

ఈథర్ ప్రవాహానికి ఎదురుగాను, వాలుగాను కొంత దూరము, కాంతి ప్రయాణంచేసి తిరిగి రావడానికి పట్టేకాలము, ఈథర్ ప్రవాహానికి అడ్డంగా అదేదూరం కాంతి ప్రయాణంచేసి తిరిగి రావడానికి పట్టే కాలముకంటె ఎక్కువగా ఉంటుందని లెక్క కట్టడంవల్ల తేలింది. ఈ కాలాలలోని, తేడానుబట్టి ‘ఈథర్ డ్రిఫ్ట్’ వేగాన్ని ప్రయోగం ద్వారా తెలుసుకోవటానికి 1887-1897 సంవత్సరాలలో మైకల్ సన్-మోర్లేలు ప్రయత్నించారు. అయితే వారి ప్రయోగాలలో, ఈ కాలాలలో తేడా గుర్తించబడక పోవడం జరిగింది. ఈ చారిత్రాత్మిక ప్రయోగ ఫలితం శాస్త్రజ్ఞుల భావనా ప్రపంచంలో సంచలనం కల్పించింది. “ఈథర్ వెనుకకు ప్రవహిస్తుందా? లేదా ప్రవహిస్తున్నా, కారణాంతరాల వల్ల దాన్ని గుర్తించలేక పోతున్నామా?” అనే ప్రశ్నలను ఈ ప్రయోగ ఫలితం రేకెత్తించింది.

పై ప్రయోగ మందలి కాలాలలోని భేదాన్ని లెక్క కట్టడంలో ఉపయోగించిన మూల సూత్రాలను రెండింటినీ పరిశీలిద్దాము.

1. ఈథర్ ప్రవాహానికి ఎదురుగా పోతున్న పుడు కాంతి వేగం తక్కువగాను వాలుగా ప్రవహిస్తున్నపుడు కాంతి వేగం ఎక్కువగా ఉంటుందని భావించడం జరిగింది. ఈ భావనలో ప్రవాహానికి ఎదురుగాను వాలుగాను ఈదుతు పోయేవాని వేగం సామ్యంగా తీసుకోబడింది.

2 ప్రవాహానికి ఎదురుగా వెళ్ళి, వాలుగా తిరిగి వచ్చిన దూరమూ, ప్రవాహానికి అడ్డంగా వెళ్ళి తిరిగి వచ్చిన దూరమూ సమానంగా ఉంటుందని ఊహించడం జరిగింది.

పై పేర్కొన్న రెండు భావనలు సరి అయినవా? కావా? అని ఆలోచించవలసిన అవసరం ఏర్పడింది. “మొదటి భావన సరి అయినదే; కాని, రెండో భావన సరి అయినదికాదు” అని ఫిట్ జెరాల్డు ప్రతిఘటించాడు. ప్రవాహానికి వాలుగా సమానాంతరంగా అంటే భూమి గమనానికి కూడా సమానాంతరంగా ఉండే దూరం, అడ్డంగా ఉన్న దూరం కంటే తక్కువగా ఉంటుంది. అందుచేత ప్రవాహానికి వాలుగా కాంతి పోయి తిరిగి రావటానికి పట్టేకాలం తక్కువగా ఉంటుంది. ఈకారణం వల్ల కాలాలలోని భేదాన్ని కనుక్కోలేమని ఫిట్ జెరాల్డు అభిప్రాయ పడినాడు. లారెన్జ్ దీన్ని సహేతుకంగా రెక్కకట్టి చూపించినాడు. అడ్డంలోను, వాలులోను దూరాలు సమానంగా ఉండేటట్లు ఏర్పాటు చేసినాడు. “వాలుగా ఉన్న కొలత తగ్గితే కొలత బద్ధతో దాన్ని కొలిచినప్పుడు అది ఎందుకు తెలియదు?” అనే శంక కలగవచ్చు. ఈ కొలత బద్ధలో కూడా ప్రవాహానికి వాలుగా ఉండే దూరాన్ని కొలుస్తున్నామన్న సంగతి మరచి పోకూడదు. ఎందువల్ల నంటే కొలతబద్ధ కూడా పొట్టిదయి పోతుంది. కొలతలో భేదము కనిపించదని మన స్పృహ కుదుట పరచుకోవలసి వస్తుంది. దీని మూలంగా అన్ని వస్తువులకు గమన వేగానికి వాలుగా ఉండే కొలతలు తగ్గుతాయి. ఇవి చాలా

స్వల్పము. సుమారు 200 కోట్లలో ఒక భాగమయి ఉంటుంది. అయితే అడ్డంగా ఉన్న కొలతలు తగ్గవని తేలింది. వాలుగా ఉండే కొలతల తగ్గుదలను లారెన్జ్-ఫిట్ జెరాల్డు సంకోచమంటారు.

ద్రవ్యరచనయందు ఋణ విద్యుద్దావేశ కణాలయిన ఎలక్ట్రాను లుంటాయని థామ్సన్ ప్రతిపాదించి నిర్ధారించాడు. ఈ కణాల ధర్మాలను గ్రహించి లారెన్జ్ రెక్క కట్టినాడు. ఇదే సమయంలో ఆనగా 1905 వ సంవత్సరములో ఐన్ స్టీన్, విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని, ప్రచురించినాడు. ఇది రెండు ప్రమేయాలతో కూడి ఉంది :

1. సమవేగముతో సరళరేఖలో వస్తువు ప్రయాణము చేయునప్పుడు దాని గమనమును గాని, వేగమునుగాని ఇతర వస్తువు సంబంధము లేనిదే గుర్తించటానికి వీలుండదు. గమనము సాపేక్షము.

దీనిని మరోవిధముగా వ్యక్త పరచ వచ్చు. 1. పరస్పరమూ సాపేక్షముగా సమరీతిని సరళ రేఖా గమనములో నున్న రెండు ప్రామాణిక వ్యవస్థలకు సంబంధించి. భౌతిక దృగ్గోచర విషయాల నియమాలను, వ్యక్తపరచినపుడు, అవి ఒకేవిధంగా ఉంటాయి.

2. కాంతివేగ మెన్నడూ మారదు. కాంతినిచ్చే వస్తువు యొక్క గాని, కాంతి వేగాన్ని కనిపెట్టే పరిశీలకునిగాని గమనవేగాలతో సంబంధం లేకుండా వాటివల్ల ఏమార్పును చెందకుండా, కాంతి వేగం స్వతంత్రించి ఉంటుంది; కాంతివేగాన్ని మించిన వేగం విశ్వమందు దేనికి ఉండదు.

మొదటి ప్రమేయాన్ని బట్టి ఈథర్ లో పోతున్న మనం, భూమిమీదనే మనం చేయు ప్రయోగాల ద్వారా ఈథర్ ద్రిష్టను గుర్తించలేక పోతున్నాము. అందుచేతనే ఈథర్ ప్రవాహానికి వాలుగా గాని, ఎదురుగాగాని పోతున్న కాంతి వేగం పాచ్చదు; తగ్గుదు. కాంతివేగం మార్పు చెందుతున్న దన్న

అభిప్రాయంతో లెక్కకట్టిన కాలభేదము యథార్థము కాదు. అందువల్ల మైకల్ సన్-మోర్లేలు చేసిన ప్రయోగాలు విఫలమయినాయి.

ఇంక విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతమువల్ల లభించిన ఫలితాలను సమీక్షిద్దాము. సాధారణంగా మనం కొలిచే కొలతలు-పొడవు, వెడల్పు, ఎత్తు అనేవి-రెండు సంఘటనల మధ్య కాలవ్యవధి, ద్రవ్యరాసులు అని పేర్కొనవచ్చు. ఈ కొలతలను, ఎవరయినా ఎప్పుడయినా, కొలిచినా మారవని మన దృఢ విశ్వాసము. ఇది నమ్మదగదని సాపేక్షతా వాదము తెలుపుతోంది. కొలిచేవాని వేగాన్ని బట్టి ఈ కొలతలు మారుతాయి. వేగము పెచ్చిన కొద్దీ కొలతలలో తేడా పెరుగుతుంది.

సాపేక్షతా వాదపు సమీకరణాల నుండి దూరము, కాలము సాపేక్షముగ ఉంటాయి. 1 పొడవు గల వస్తువు పరిశీలకునికి సాపేక్షముగా  $v$  వేగముతో కదులుచున్నపుడు, దాని వేగంపై ఆధారపడే కొంత మొత్తమువల్ల అది పొట్టి దవుతుంది. అప్పటి కొలత  $l'$  అనుకొంటే,

$$l' = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

అవుతుంది.

ఆదేవిధంగా  $t$  కాలంపట్టి ఏ ప్రక్రియనయినా, సాపేక్షముగా కదలు వ్యవస్థ నుండి పరిశీలించేటప్పుడు పట్టేకాలము  $t'$  కింది సమీకరణంవల్ల వ్యక్త మవుతుంది.

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

సాపేక్షతా సిద్ధాంతంలో దీన్నే స్థల సంకోచనము అనీ, కాల విస్తృతి అనీ పేర్కొంటారు.

గతినబట్టి ద్రవ్యరాశి మారుతుందన్నది మరో ముఖ్యమయిన ఫలితంగా సాపేక్షతా సిద్ధాంతం

తెలియపరుస్తుంది. న్యూటన్ కనిపెట్టిన యాంత్రిక శాస్త్రములో ద్రవ్యరాశి స్థిరరాశిగ భావించబడుతుంది. వస్తువు విరామ ద్రవ్యరాశి  $m_0$ ,  $v$  వేగముతో కదులుచున్నపుడు ద్రవ్యరాశి  $m$  అనుకొంటే

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

అవుతుంది. సామాన్య వేగాలతో కదలు కణాలలో, వేగంవల్ల కలిగే ద్రవ్యరాశి వృద్ధిని కనిపెట్టలేము. కాంతివేగానికి దరిదాపులలో వేగాన్ని కలిగిన ఎలక్ట్రానుల ద్రవ్యరాసులలో వృద్ధి పై సమీకరణం వల్ల వ్యక్తమయిన దానితో సరిసమానమని రుజువు అయింది.

గాలిలో  $v_1$  వేగంతో ప్రయాణం చేస్తున్న శబ్దాన్ని కలుసుకోవడానికి, కారులో ఒకడు  $v_2$  వేగంతో కదులుతుంటే, కారులో ఉన్నవాడు శబ్ద వేగాన్ని కొలిస్తే అది  $v_1 + v_2$  అవుతుంది. దీనినే వేగ సంకలిత సిద్ధాంత మంటారు. ఇది సాంప్రదాయిక యాంత్రిక శాస్త్రంవల్ల లభిస్తుంది. సామాన్య వేగాల కిది సరిపోతుంది. కాని సాపేక్షతా వాదంలో,  $v_1, v_2$  లు కలపవలసిన రెండు, అసామాన్యవేగా లనుకొంటే,

$$\text{ఫలిత వేగం } V = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

అవుతుంది. ఉదాహరణకు  $\frac{3}{4}$  వంతు కాంతివేగం  $c$  తో రైలు ప్రయాణం చేస్తోంది అని అనుకొందాం; రైలుపెద్దెల పైభాగం మీద, అదే వేగం ( $\frac{3}{4}c$ ) తో ఒక మనిషి పరిగెత్తుతున్నాడనుకొందాం. అప్పుడు సాంప్రదాయిక యాంత్రిక శాస్త్ర ప్రకారం సంకలిత వేగం, కాంతి వేగానికి  $1\frac{1}{2}$  రెట్లు ( $\frac{3}{4}c + \frac{3}{4}c$ ) =  $1\frac{1}{2}c$  అవుతుంది. ఇది అసంభవమని సాపేక్షతా సిద్ధాంతం తెలుపుతుంది. పైసూత్రాన్ని ఉపయోగించి సంక

లిత వేగాన్ని లెక్కకట్టితే అది  $V = \frac{24}{25}c$  అవుతుంది. సాపేక్షతా వాదంలో వస్తువులు కొంతి వేగాన్ని అధిగమించలేవని తెలుస్తుంది. ఇదే విషయాన్ని విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతంలో రెండో ప్రమేయంగా నొక్కి చెప్పటం జరిగింది.

సాంప్రదాయిక యాంత్రిక శాస్త్రం ఊహించలేని మరో సమీకరణాన్ని విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతం సమకూరుస్తుంది. అది ద్రవ్యరాశి-శక్తుల తుల్యత. ఇది నేటి కేంద్రక చర్యలలోను, పరమాణు బాంబు ప్రేలింపుడు వెలువడే శక్తిని లెక్కకట్టడంలోను, అతి ప్రఖ్యాతి కాంచిన సమీకరణం. దీనినే  $E = mc^2$  అని పేర్కొనవచ్చు. ఒక గ్రాము ద్రవ్యరాశి శక్తిగా వెలువడినపుడు దాని విలువ  $9 \times 10^{20}$  ఎర్గులుగా పేర్కొనవచ్చు. కేలరీలలో దీని విలువ  $2.1 \times 10^{13}$ .

వేరువేరు వేగాలు కలిగిన ఇరువురు పరిశీలకులు ఒకే దృశ్యాన్ని గమనించినపుడు, అందరి దూరాలు-సంఘటనల మధ్య కాలాలను కొలిచినచో ఆ కొలతలు వేరుగా ఉంటాయి అని సాపేక్షతా సిద్ధాంతం తెలియపరుస్తుంది. అయితే ఇందులో ఏది సత్యం? ఏది అసత్యం? అనేది నిర్ధారించి చెప్పడము కష్టము. యథార్థము సాపేక్షమని చెప్పవలసి ఉంటుంది. శుద్ధమగు (Absolute) దూర, కాల, ద్రవ్యరాశుల ప్రమాణాలు లుండవని సాపేక్షతా వాదం ప్రకటిస్తుంది.

దూరమును 'పొడవు' అనే ఒకే కొలతవల్ల కొలుస్తాము. అందుచేత దూరము ఏక మితీయము (One dimensional) దీన్ని ఒకే నిర్దేశాంకము (Coordinate) వల్ల వ్యక్త పరుస్తాము. వైశాల్యాన్ని కొలుచుటకు పొడవు, వెడల్పు అనే రెండు కొలతలను ఉపయోగిస్తాము. అందుచేత వైశాల్యము ద్వి మితీయము (Two dimensional). కాబట్టి వైశాల్యాన్ని రెండు నిర్దేశాంకాలచే సూచిస్తాము. అదేవిధంగా ఘనపరిమాణం లెక్క కట్టడానికి

పొడవు, వెడల్పు, ఎత్తు అనబడే మూడు కొలతలు అవసర మవుతాయి; ఘనపరిమాణం త్రిమితీయము. దీన్ని సూచించటానికి మూడు నిర్దేశాంకాలు అవసర మవుతాయి. మనం నివసిస్తున్న అంతరాళం త్రిమితీయము. ఇంక ఏదై నా సంఘటన జరిగిందన్నచో అది ఎప్పుడు, ఎక్కడ జరిగిందన్నప్రశ్న ఏర్పడుతుంది. సంఘటనను చిత్రీకరించటానికి అంతరాళము, కాలము రెండూ కావలసి ఉండును. అంతరాళం త్రిమితీయము; కాలము ఏకమితీయం. ఇవి కలిసి చతుర్మితీయ (Four dimensional) మవుతున్నాయి. వీటిని వేరుపరచటం దుర్లభం. సంఘటనను వర్ణించటానికి చతుర్మితీయ అఖండం (Four dimensional continuum) అవసరమవుతుంది. ఇందుకు x, y, z, t అనే నాలుగు నిర్దేశాంకాలు అవసర మవుతాయి. ఒకే సమయమున, నిర్దేశాంకాల గతిభేదము వల్ల, ఇరువురు పరిశీలకులకు వేర్వేరుగా కనిపించవచ్చు. కాని అంతరాళకాలాంతరం మాత్రము ఇరువురికి సమానంగా ఉంటుంది.

ఈ ఫలితాలు భౌతికశాస్త్రంలో తాత్విక దృక్పథాన్ని ప్రవేశపెట్టినాయి; ఈథర్ భావనను తొలగించాయి; విప్లవాత్మకమయిన మార్పులను భావనాప్రపంచంలో కలుగ చేసాయి.

విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతం సమరీతి సరళ రేఖాగమనం గల వ్యవస్థల గురించి తెలుపుతుంది. ఈ వ్యవస్థలను జడవ్యవస్థలని పేర్కొంటారు. ఈ వ్యవస్థలకు జడత్వనియమం వర్తిస్తుంది. బాహ్య బలం వస్తువు మీద పనిచేయనిచో అది విరామస్థితిలోగాని లేదా సమగమనంలోగాని ఉంటుంది.

విశ్వంలోని వస్తువులన్నీ జడస్థితిలో లేవు. పరస్పర గురుత్వాకర్షణచే కొన్ని వస్తువులు, ముఖ్యంగా సుదూర గెలాక్సీలు, త్వరణాన్ని కూడా కలిగి వున్నాయి. విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతం సమరీతి సరళరేఖాగమనం గల వస్తువులకు మాత్రమే వర్తి

స్తుంది కానీ, త్వరణంగల వస్తువులకు వర్తించదు. అందుచేత ఐన్‌స్టీన్ సాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని సార్వత్రికం చేయడానికి ప్రయత్నించి 1915 లో సార్వత్రిక సాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు.

సాంప్రదాయిక యాంత్రికశాస్త్రం ప్రకారం, సమగమనంలో ఉన్న వస్తువునకు, త్వరణముగల వస్తువునకు గల భేదము, రెండో సందర్భంలో జడత్వ బలాలు ఉంటాయి అన్న విషయం వల్ల వ్యక్తమవుతుంది. అనగా వస్తువు ఆకస్మికంగా కదలడం ప్రారంభించినపుడు, ఆగినప్పుడు, కదుపును గమనిస్తాం; జడత్వమే దీనికి కారణం. విరామస్థితిలో ఉన్న వస్తువు అదే స్థితిలో ఉంటుంది; సమగమనంలో ఉన్న వస్తువు కదులుతూనే ఉంటుంది. ఇది బలం పనిచేయనంతవరకు మాత్రమే. అదే విధంగా కేంద్రాభిముఖ బలం జడత్వ బలంగా ఉంటుంది. జడత్వ బలాలు పనిచేసే ఈ సందర్భాలలో వ్యవస్థలోనే చేసే ప్రయోగాలవల్ల గమనాన్ని గుర్తించవచ్చు. అందుచేత త్వరణము కూడా శుద్ధమగు గమనంగా భావించ బడింది. త్వరణముతో కూడిన వ్యవస్థలకు కూడా ఐన్‌స్టీన్ సాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని అనువర్తింపజేసి ఆ సిద్ధాంతాన్ని సార్వత్రికం చేసినాడు. తత్ఫలితంగా త్వరణాన్ని శుద్ధమయిన దానిగా పరిగణించరాదు.

గురుత్వ త్వరణపు సందర్భాన్ని గురించి ఆలోచిద్దాము. గురుత్వాకర్షణను గురించిన సాంప్రదాయిక భావన 'సుదూర ప్రక్రియ' (Action at a distance) ను ఉద్దేశిస్తుంది, రెండు ద్రవ్యరాసుల మధ్య ఆకర్షణ బలం ఉంటుందని అది సూచిస్తుంది. ద దూరంవల్ల వేరుచేయ బడిన  $m_1, m_2$  ద్రవ్యరాసుల మధ్య ఆకర్షణ బలము  $F$  అనుకుందే

$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

అవుతుంది. ఇచ్చట  $G$  గురుత్వ స్థిరాంకం. ఈ

సమీకరణం గురుత్వాకర్షణ శ్రేణిమనే సమశ్రేణి బలభావాన్ని సమర్థిస్తుంది. గురుత్వాకర్షణపు ఉనికిని సూచించే వస్తువు లేకపోయినా, అంతరాళంలో ఒక ద్రవ్యరాశివద్ద శాశ్వతంగా ఈ శ్రేణిముంటుందనీ, అందులో ఉన్న అన్ని వస్తువులకు, గురుత్వ త్వరణాన్ని కలుగజేస్తుందని ఒప్పుకోవలసి వస్తుంది. దూరంగా ఉన్న ద్రవ్యరాశి పనిచేయుననీ, శూన్యం ద్వారా కూడా ఆకర్షణ పనిచేస్తుందనీ, సూర్యుడు-గ్రహాలమధ్య అటువంటి ఆకర్షణ ఉందనీ, రుజువయింది. ఈథర్ భావనవల్ల 'సుదూర ప్రక్రియ' కల్పించిన కష్టము కొంతవరకూ తొలగినా అది మరికొన్ని చిక్కులను తెచ్చిపెట్టిందన్నది మనకు తెలిసిన సంగతే. సార్వత్రిక సాపేక్షతా సిద్ధాంతము 'గురుత్వాకర్షణ' అనే దృగ్గోచర విషయ వివరణ కోసం 'సుదూర ప్రక్రియా' భావనను విడనాడింది.

గురుత్వాకర్షణ శ్రేణిని గురించిన సాంప్రదాయిక భావన కృత్రిమమని ఐన్‌స్టీన్ వివరించినాడు; గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని వివరించటానికి అంతరాళానికి వక్రతను ఆపాదించినాడు. ఈ విషయాన్ని 'తుల్యతా నియమం' ద్వారా ఐన్‌స్టీన్ వివరించినాడు. ఆ ప్రకారము గురుత్వాకర్షణ శ్రేణి ఫలితాలు, గురుత్వాకర్షణ నుండి స్వేచ్ఛగా ఉన్న అంతరాళంలో కదిలే సమ త్వరణంగల నిర్దిష్ట చక్రమునకుండే వాటికి, సరిసమానంగా ఉంటాయి. గురుత్వాకర్షణ శ్రేణిని ఆపాదించబడిన త్వరణానికి ఆ త్వరణం సమంగాను వ్యతిరేకంగాను ఉంటుంది. న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సూత్రంకంటె మేలుగా ఉండే గురుత్వాకర్షణ సూత్రాన్ని గణితపూర్వకంగా ఐన్‌స్టీన్ వ్యక్తపరచినాడు. దీని అవగాహన కోసం 'ఔన్నార్ కలన' గణితం అవసరమవుతుంది (చూ. ఔన్నార్ కలనము-20). గుణాత్మకంగా సార్వత్రిక సాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని దిగువ రీతిని వివరించవచ్చును.



విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతానికి, రీమన్ చతుర్మితీయ జ్యామితిని ఉపయోగిస్తూ, ఒక విస్తృత చతుర్మితీయ అంతరాళ కాల అఖండపు భావనను మిన్కోవిస్కి ప్రవేశ పెట్టినాడు. దీనినే

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + c^2 dt^2$$

అని విశ్లేషణ పూర్వకంగా వ్యక్తపరచ వచ్చు.  $ds$  చేత వ్యక్తపరచబడిన సంఘటన, యాక్టిడ్ రేఖాగణిత ప్రకారం కేవలమూ,  $dx, dy, dz$  అనే మూడు నిర్దేశాంశాలవల్లమాత్రమే పరిపూర్ణంగా వర్ణించబడదు. దీనికితోడు నాలుగో నిర్దేశాంశ మయిన  $dt$  సాపేక్షతా జ్యామితిలో అవసర మవుతుంది.  $ds$  అనేరాశి, బిందు సంఘటనగా గుర్తించబడుతుంది. అంతరాళంలో అది దూరం మాత్రం కానేరదు. అది మిన్కోవిస్కి చతుర్మితీయ అంతరాళకాల అఖండంలో ఒక మూలక మవుతుంది. వేరుచేయరాని కాలాంతరాళ ఐక్యత, ప్రత్యేక అస్తిత్వాన్ని కలిగి ఉంటుంది. భౌతిక విశ్వము అటువంటి అంతరాళకాల అఖండంగాను, యాక్టిడియన్

కాకుండాను, హద్దులు లేకనే నియమితం గాను ఉంటుంది. ద్రవ్యం కలిగించే పీడనం, చతుర్మితీయ అంతరాళకాల అఖండాన్ని వికృతపరుస్తుంది. అదే భౌతిక విశ్వము. దీన్ని మూలాధారంగా చేసుకొని, అటువంటి వికృతిచెందిన వక్రాంతరాళ అఖండంలో వస్తువుగమనాన్ని సూచించే సూత్రాన్ని ఐన్స్టీన్ కనుగొన్నాడు; సాపేక్షతా సూత్రపు మొదటి ఉజ్జాయింపుగా న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సూత్రము లెక్కకు వచ్చునని తెలియపరచినాడు. ఈవిధానము మీద ఆధారపడిన గణిత సూత్రాలు అనేక ఖగోళ భౌతిక శాస్త్రపు దృగ్గోచర విషయాలను వివరించినాయి. బుధగ్రహపు అగ్రచలనం, సూర్యునికి దగ్గరగా ప్రసరించు కాంతి కిరణపు వంపు, సిరియస్ జంటనక్షత్రము నుండి వెలువడు కాంతిలో వర్ణపటరేఖల విస్థాపనము మున్నగు విషయాలను వివరించడంలో సార్వత్రిక సాపేక్షతా సిద్ధాంతం విజయవంత మయినది.

— ఆచార్య హరి లక్ష్మీపతి

## 35. పరమాణు కేంద్రకము యొక్క రచన

(Nuclear Structure)

పదార్థములలోని సూక్ష్మమైన కణమును “పరమాణువు (Atom)” అంటారు. రసాయనిక పద్ధతులను ఉపయోగించి పరమాణువును విడగొట్టలేము. పరమాణువు యొక్క కేంద్రమును “పరమాణు కేంద్రకము (Nucleus)” అంటారు. సూర్యునిమట్టా వివిధ కక్ష్యలలో గ్రహములు తిరుగుతున్నట్లే, పరమాణు కేంద్రకముమట్టా, వివిధ కక్ష్యలలో ఎలక్ట్రానులు తిరుగుతూ ఉంటాయి. ఎలక్ట్రాను సూక్ష్మతమమైన రేణువు. (విరామ ద్రవ్యరాశి  $= 9.1 \times 10^{-28}$  గ్రా.) దీనికి ఋణ

విద్యుదావేశము కలదు. పరమాణు కేంద్రకములో ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు ఉంటాయి. వీటిని “న్యూక్లియోనులు (Nucleons)” అని పిలుస్తారు. ప్రోటానుకు ధనవిద్యుదావేశము కలదు. న్యూట్రాను తటస్థకణము; విద్యుదావేశము లేదు. ప్రోటాన్ (Proton), న్యూట్రాన్ (Neutron) అను ఈ రెండు రేణువుల ద్రవ్యరాసులు సమాన సమానముగా ఉంటాయి (విరామద్రవ్యరాశి  $= 1.67 \times 10^{-24}$  గ్రా.). ప్రోటాను ద్రవ్యరాశి, ఎలక్ట్రాను ద్రవ్యరాశికి 1836 రెట్లు ఉంటుంది.

పరమాణు కేంద్రకములో ఎలక్ట్రానులు ఉండవు. కేంద్రకము వెలుపల ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య, కేంద్రకములోని ప్రోటానుల సంఖ్య సమానముగా ఉండుట వలన, సాధారణముగా పరమాణువు విద్యుత్తుపరముగా తటస్థముగా ఉంటుంది. పరమాణు కేంద్రకములో పరమాణువుయొక్క భారము, ధన విద్యుద్దావేశము ఇమిడి ఉంటాయి.

పరమాణు కేంద్రకములోని న్యూక్లియానుల [ప్రోటానుల, న్యూట్రానుల] సంఖ్యను “ద్రవ్యరాశి అంకము (పరమాణు ద్రవ్యరాశి = A)” అంటారు. ప్రోటానుల సంఖ్యను “పరమాణువు అంకము = Z” అంటారు.  $N =$  న్యూట్రానుల సంఖ్య. కనుక  $A = Z + N$  అవుతుంది. పరమాణు కేంద్రకము చాలా సుసంఘటితమైన వ్యవస్థ; దీని వ్యాసార్థము =  $10^{-12}$  సెం. మీ.; ఘన పరిమాణము =  $10^{-36}$  ఘ. సెం. మీ.; దీని సాంద్రత చాల ఎక్కువ; సుమారు  $10^{14}$  గ్రా. ఘ. సెం. మీ. ఉంటుంది.

కేంద్రకము లోని న్యూక్లియానులను న్యూక్లియోయాల్ బలములు [Nuclear forces] బంధించి ఉంచుతాయి. న్యూక్లియోల్ బలముల అవధి చాలా తక్కువ;  $2 \times 10^{-13}$  సెం. మీ. దూరమును మించి పనిచేయవు; వీటికి విద్యుద్దావేశపు ప్రమేయము లేదు; ఇవి చాలా బలవంతమైనవి. ఇవి సంతృప్త బలములు - న్యూక్లియోల్ బలముల స్వభావములు భూమ్యాకర్షణ బలము, విద్యుత్తు బలము, అయస్కాంత బలముల స్వభావములకు - పూర్తిగా భిన్నమైనవి. ఈ బలముల అన్నింటికంటే న్యూక్లియోల్ బలములు వేలాదిరెట్లు బలమైనవి. ‘యూకావా’ శాస్త్రవేత్త ప్రతిపాదన ప్రకారము న్యూక్లియానుల జంటల మధ్య మీసానుల బదలాయింపులు జరుగుట వలన, న్యూక్లియోల్ బలములు ఏర్పడుతున్నవి. ఆత్మాధునిక పరికల్పనల ప్రకారము, పరమాణు కేంద్రకము యొక్క పరిధులయందు మీసాను - పైయానుల (Meson-

pion) వల్ల న్యూక్లియోల్ బలము కలుగుతుంది; పరమాణు కేంద్రకపు లోతట్టు ప్రాంతములందు “రొ” [Rho], ఒమేగా [Omega], ఫై [Phi] మీసానుల మూలముగా న్యూక్లియోల్ బలములు ఏర్పడుతాయి. దీనిని బట్టి పరమాణు కేంద్రకము అంతటా మీసానుల శ్చేత్రము ఆవరించి ఉంటుందనీ, న్యూక్లియానులన్ని ఈ శ్చేత్రములో తిరుగుతూ ఉంటాయనీ తెలుస్తుంది. న్యూక్లియోల్ బంధన శక్తులను అధిగమించి కేంద్రకము నుండి కణములను వెలుపలకు తొలగించవలెనంటే చాలా మిలియనుల ఎలక్ట్రాను వోల్టల శక్తులను ప్రయోగించ వలసి ఉంటుంది.

ప్రతిమూలకమునకు ఒక ఖచ్చితమైన “పరమాణు అంకము (Z)” స్వాభావికముగా ఉంటుంది. ఇది ప్రోటానుల సంఖ్య. ఒకే పరమాణు అంకము కలిగి విభిన్నమైన పరమాణు ద్రవ్యరాశి కలిగిన మూలకములను ఐసోటోపులు (Isotopes) అంటారు. ఉదా :- కర్బనమునకు మూడు ఐసోటోపులు ఉన్నాయి. ఇవి C-12, C-13, C-14. వీటి న్యూట్రానుల సంఖ్యలు క్రమముగా 6, 7, 8 అవుతాయి. కాని మూడు ఐసోటోపులకు ఒకే ఒక “పరమాణు సంఖ్య Z = 6 ఉంటుంది. C-12 స్థిరమైన ఐసోటోపు; ప్రకృతి సిద్ధముగా ఇది లభిస్తుంది. C-13, C-14, లు అస్థిర ఐసోటోపులు; వీటిని కృత్రిమముగా ప్రత్యేక విధానములను ఆవలంబించి తయారుచేస్తారు. ప్రతి మూలకానికి అనేక రేడియోధార్మిక ఐసోటోపులు ఉంటాయి. వీటిని, అనువైన న్యూక్లియోల్ ప్రక్రియలను ఆవలంబించి, కృత్రిమముగా తయారు చేస్తారు. ఇటువంటి ఐసోటోపులు వెయ్యికి పైగా ఉన్నాయి.

పరమాణు కేంద్రకములో న్యూక్లియాను కణముల ఆమరికలు, చలనములు ఉండగల వివిధ రీతులను గురించి, పరమాణుకేంద్రకములో జరుగుతున్న వివిధ రకముల ప్రతిచర్యలను ప్రక్రియలను

గురించి విపులంగా పరిశీలించి, వాటి సమగ్ర స్వరూప స్వభావములను పూర్తిగా అవగాహనము చేసుకుంటే తప్ప, పరమాణు కేంద్రపు రచనను పూర్తిగా వివరించలేము. పరమాణు కేంద్రకము, వివిక్తములైన క్వాంటం (discrete quantum) స్థితులలో ఉండగలదు. వీటిని శక్తి స్థాయిలు అంటారు. ప్రతి శక్తిస్థాయికి (Energy level) శక్తి, కోణీయ ద్రవ్యవేగము, (angular momentum). సామ్యము (Parity), ఇతర విద్యుదయస్కాంత ధర్మములు స్వాభావికముగా ఉంటాయి. అయస్కాంత ద్విధ్రువ భ్రామకము (magnetic dipole moment), విద్యుత్ చతుర్ధ్రువ భ్రామకములు (Electric quadruple moment) కేంద్రకము యొక్క స్థితిజ స్వభావములు, గతిజ విద్యుదయస్కాంత భ్రామకములు (Dynamic Electromagnetic moments) పరమాణు కేంద్రకములో విద్యుదయస్కాంతపు సంధులను (Electro magnetic transitions) కలిగిస్తాయి. షేత్రపు స్వభావములను బట్టి, క్వాంటం ధర్మములను బట్టి, ఫలిత సంధులను విభిన్న క్రమములకు చెందిన బహుధ్రువములు (multipoles) గా వర్గీకరించారు. ఏదైనా ఉత్తేజిత స్థాయిలో పరమాణు కేంద్రకపు రచనను పూర్తిగా వివరించాలంటే, ఇంత వరకు ఉదహరించిన పరామితులను (Parameters) ఖచ్చితముగా ముందుగా నిర్ణయించవలసి ఉంటుంది. అనేక ప్రయోగాలను జరిపి నిర్ణయమైన విలువలను సాధించాలి.

ప్రతి పరమాణు కేంద్రకము ఉత్తేజిత స్థాయి నుండి ఆంతకంటే తక్కువ స్థాయికి గాని భూస్థాయి (స్థిరస్థాయి) కిగాని శిథిలత చెందుతుంది. అధిక శక్తిస్థాయిలోగల కేంద్రకము ఆల్ఫా కణముల, బీటాకణముల వంటి రేణువులను వెలువరించి శిథిలత చెందుతుంది. ఇటువంటి శక్తి

స్థాయిలను “మిథ్యాస్థితులు” (Virtual states) అంటారు. తక్కువ శక్తిస్థాయిలోని కేంద్రకము, శక్తిపరముగా, రేణువులను వెలువరించుట వీలు కాదు. వీటిని “బద్ధస్థితులు” (Bound states) అంటారు. ఇవి గామా కిరణములను వెలువరించుట వలన గాని, అంతర పరివర్తక ఎలక్ట్రానులను (Internal conversion Electrons) వెలువరించి గాని, శిథిలత (decay) చెందుతాయి. ఉత్తేజిత శక్తిస్థాయి యొక్క వికిరణాత్మక జీవితకాలము (Radiative lifetime) నుండి ఆ శక్తిస్థాయి యొక్క విద్యుదయస్కాంత ధర్మములకు సంబంధించిన సమాచారమును పొందగలము. న్యూక్లియార్ జీవిత ప్రమాణాలను గురించిన దత్తాంశముల నుండి “సంధుల సంభావ్యతల” (Transition probabilities) విలువలను సాధించగలము. ఇంత వరకు వివరించిన వివిధ అంశములు ప్రాతిపదికగా పరమాణు కేంద్రకము యొక్క రచనను వివరించడానికి వీలు అవుతుంది.

న్యూక్లియార్ బలముల స్వభావములు చాల జటిలతమైనవి. పరమాణు కేంద్రకములోని న్యూక్లియానులు అనవరతము పరస్పర ప్రతిచర్యలకు గురియగుచున్నవి. దీని రచనను సుస్పష్టముగా వివరించడము చాల క్లిష్టతమైన సమస్య. కనుక పరమాణు కేంద్రకము యొక్క రచనను, స్వభావములను, వివరించడానికి అనువుగా అనేక సరళములైన, “నమూనాలను” (Models) ప్రతిపాదించారు. ప్రతి నమూనా కొన్ని రకముల పరమాణు కేంద్రకముల యొక్క ధర్మములను కొన్నింటిని మాత్రమే వివరించడానికి ఉపకరించినది. ఈనాటికి కూడా అన్ని పరమాణు కేంద్రకములను గురించిన వివరములన్నీ మనకు పూర్తిగా లభించలేదు. ఇంకను కొన్ని దశాబ్దములపాటు ప్రపంచ వ్యాప్తముగా, కూలంకషముగా, పరిశోధనలు జరిపితే తప్ప మనకు సమగ్రముగా పరమాణు కేంద్రకము

యొక్క రచనకు సంబంధించిన వివరములన్నియు లభించవు. నేడు బహుళ వ్యాప్తములో నున్న కేంద్రకము యొక్క కొన్ని నమూనాలను ఇక్కడ చర్చించడమైనది.

## 1. ద్రవబిందువు నమూనా

(Liquid drop Model) :

పరమాణు కేంద్రకమును ఒక ద్రవ్య బిందువుగా భావించవచ్చును. ఈ ద్రవము ఆసంపీడితము; దీనికి ఘన పరిమాణపు సంబద్ధతా శక్తి (Volume Cohesive Energy) గలదు; తలతన్యత (Surface Tension) గలదు. ఈ నమూనా ప్రతిపాదికగా ఆర్థ అనుభవిక ద్రవ్యరాశి సూత్రమును (Semi-Empirical mass Formula) పరమాణు కేంద్రకముల విదళనము (Nuclear fission) ను వివరించు సిద్ధాంతములను సాధించారు. ఈ నమూనా కొంత విజయవంతమైనది.

## 2. కర్పరము నమూనా (Shell Model)

పరమాణు కేంద్రకము యొక్క స్థిరత్వమును గురించి పరిశోధనలు జరిపారు. పరమాణు కేంద్రకము యొక్క ప్రోటానుల సంఖ్య ( $Z$ ) విలువగాని న్యూట్రానుల సంఖ్య ( $N$ ) విలువగాని 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126 అయినప్పుడు పరమాణు కేంద్రకములు చాలా స్థిరత్వమును ప్రదర్శిస్తాయని గమనించారు. ఈ అంకములను “మేజిక్ అంకములు (Magic Numbers - ఇంద్రజాల అంకములు)” అని పిలుస్తారు. ఒక వాస్తవిక శక్తిపుకూపము (Realistic potential well) లోని వ్యక్తిగత న్యూక్లియాను రేణువుల స్థాయిలు (Individual particle levels) వర్గములుగా గుమిగూడుటకు ఉన్మఖత మావుతాయి. పైన పేర్కొనిన మేజిక్ అంకములకు సరిగా ఆవలగల కేంద్రకములలో పెద్ద శక్తి అంతరములు ఉన్నాయి. పూర్తిగా రేణువులతో నిండిన కర్పరములను సాపే

షికముగా, జడములైన గర్భములుగా భావిస్తారు. జడకర్పముల వెలుపలి న్యూక్లియానులు అనేక విధములుగా పరస్పరము అనుసంధానములు పొందుతాయి. తత్ఫలితముగా పరమాణు కేంద్రముల దిగువ భాగపు ఉత్తేజిత స్థాయిలు ఏర్పడుతాయి. ఈ అనుసంధాన బలము [coupling force], న్యూక్లియానుల కక్షియ చలనముల (orbital motions) పైననూ, భ్రమణ (spin) చలనముల పైననూ ఆధారపడి ఉంటుంది.

## 3. సామూహిక నమూనా

(Collective Model) :

కర్పరము నమూనాలోని జడగర్భమును ఒక ద్రవ బిందువుగా భావిస్తారు. దాని చలనములు ఉపరితల కంపనములు (surface vibrations) గా ఉంటాయి. కర్పరము వెలుపలగల విషమరేణువులు (odd particles) గర్భముయొక్క సరాసరి శక్తిము (average potential) యొక్క క్షేత్రములో చలిస్తూ వుంటాయి. రేణువుల చలనములను, గర్భపు కంపనములతో అనుసంధిస్తారు. ఈ విధముగా పరమాణు కేంద్రకపు ఉత్తేజిత స్థాయిలలో, విషమరేణువుల కర్పర నమూనా స్థాయిలు, గర్భము యొక్క కంపన స్థాయిలు, రెండును కలసి ఉంటాయి. గర్భము వెలుపల ఎక్కువ సంఖ్యలో రేణువులు ఉన్నప్పుడు వాటి చలనములు చాలా బలవత్తరముగా అనుసంధానము చెందుతాయి. తత్ఫలితముగా సమతాస్థితి ఏర్పడుతుంది. ఈ స్థితిలో కేంద్రకపు గర్భము చాలా బలవత్తరమైన విరూపణమును (deformation) పొందుతుంది. కేంద్రకము దీర్ఘవృత్తాభాస రచన (ellipsoidal)ను ప్రదర్శిస్తుంది. పరమాణు కేంద్రకము యొక్క దిగువభాగపు ఉత్తేజిత స్థాయిలు “భ్రమణ వర్ణ పటము” (Rotational Spectrum)ను ప్రదర్శిస్తాయి. యురేనియము కేంద్రకము “భ్రామకము (Rotor)” గానూ, కాడ్మియము

కేంద్రకము “కంపము” (vibrator) గానూ ప్రవర్తిస్తాయి. ఈ రెండు పరమాణు కేంద్రకముల శక్తి స్థాయిలను, కేంద్రకముల రచనలను “సామూహిక నమూనా” చక్కగా వివరించగలిగినది. ఈ నమూనాకూడా చాలావరకు ప్రచారములో ఉన్నది.

ఉదాహృత గ్రంథములు

1) “Nuclear Physics” [1975]

2) Nuclear Structure Studies

Angular Correlations Experiments  
from Ph. D. Thesis [1970]

డా: కొమరగిరి వేంకటరమణరావు

రచయిత : డా: కొమరగిరి వేంకటరమణరావు

## 36. ప ర మా ణు శ క్తి

(NUCLEAR ENERGY)

పరమాణుశక్తి పరమాణు కేంద్రకముల నుండి వెలువడుతుంది. 1. కొన్ని రేడియో ధార్మిక ఐసోటోపులు శిథిలత చెందినపుడు వెలువరించు శక్తిని, 2. భారతమ మూలకముల పరమాణు కేంద్రకములు “విదళనము” పొందినపుడు వెలువరించు శక్తిని, 3. అతితేలిక రకపు మూలకముల పరమాణు కేంద్రకములు “జ్వలన సంయోగ ప్రక్రియల”కు గురియైనపుడు వెలువరించు శక్తిని సాధారణముగా “పరమాణు శక్తి” అని వ్యవహరిస్తారు. పరమాణు కేంద్రకములో కేంద్రకకణములను చాలా బలవత్తరమైన “ఆకర్షక బలములు” బంధించి ఉంచుతాయి. కేంద్రకము యొక్క మొత్తము ద్రవ్యరాశి కంటే కేంద్రకములోని రేణువుల ద్రవ్యరాశుల మొత్తము ఎక్కువగా ఉంటుంది. “ఈ ద్రవ్యరాశి తేడా శక్తిరూపంలో వెలువడుతుంది”. ఐన్ స్టీన్ ప్రతిపాదించిన సూత్రము  $E = MC^2$  ప్రకారము అతిస్వల్పమైన ద్రవ్యరాశి  $M$  నుండి అపారమైన శక్తి  $E$  వెలువడునని తెలుస్తుంది. ( $C$  = వెలుతురు యొక్క వేగము =  $3 \times 10^{10}$  సెం.మీ./సె.) ఈ శక్తి గామా

కిరణములుగా గాని, కేంద్రకముల నుండి వెలువడిన కణముల గతిజశక్తిగా గాని వెలువడుతుంది.

### 1. రేడియో ధార్మిక శిథిలత :

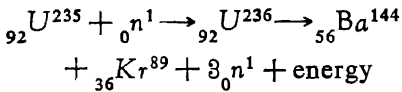
రేడియో ధార్మిక శిలతగల పరమాణు కేంద్రకములు తమంత తాముగా శిథిలత చెందినపుడు రేడియో ధార్మికరశ్మిని వెలువరిస్తాయి. గామా కిరణములు, ఖీటా కణములు, ఆల్ఫా కణములు-రశ్మిగా వెలువడుతాయి. ఈ రశ్ములకు గతిజశక్తి ఉంటుంది. పరిసరములలోని పదార్థముల ద్వారా రశ్మి ప్రసరించినపుడు ఈ “గతిజశక్తి” పదార్థముల అణు జాలకములలో వ్యయమవుతుంది. వ్యవసాయము, వైద్యము, పరిశ్రమల వంటి అనేక రంగములలో రశ్మి, పరమాణుశక్తి ఉపయోగపడుతున్నవి.

### 2. పరమాణు కేంద్రకముల

#### విదళన చరణాలు :

యురేనియము-235, ప్లాటోనియము-239 వంటి భారతమ మూలకముల పరమాణు కేంద్రకములను అల్పశక్తిగల న్యూట్రాను కణముల

[0.025ఎ.వో.]తో తాడనము చేసినపుడు పరమాణు కేంద్రకములు రెండు శకలములుగా విడిపోతాయి. ఈ శకలముల ద్రవ్యరాసులు సుమారు సమానముగా ఉంటాయి. ఈ విదళన చర్యలు “శక్తి విమోచక ప్రక్రియలు”. ప్రతి చర్యలోనూ సుమారు 200 మి. ఎ. వో. శక్తి విడుదల అవుతుంది. ఒక గ్రాము ద్రవ్యరాశిగల యురేనియము - 235 పూర్తిగా “విదళన చర్యలను” పొందిన యెడల సుమారు  $5.8 \times 10^6$  కిలోవాట్టు గంటల శక్తి వెలువడుతుంది. సుమారు 50 మిలియను టన్నుల నాణ్యమైన బొగ్గు (coal) దహనము చెందినపుడు వెలువడే శక్తి ఈ శక్తి సమానము. ఉదా :

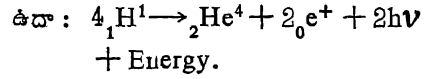


ఈ చర్యలో వెలువడిన కేంద్రకములు శిథిలత చెందినప్పుడు “రశ్మి” ని వెలువరిస్తాయి.

### 3. పరమాణు కేంద్రకముల

#### జ్వలన సంయోగ ప్రక్రియలు :

ఉదజనివంటి అతితేలిక రకపు మూలకముల పరమాణు కేంద్రకములు “సంలీన ప్రక్రియ”లకు గురియైనప్పుడు బ్రహ్మాండమైన శక్తి వెలువడుతుంది. నాలుగు ప్రోటానులు “గొలుసుకట్టుగా” సంలీన చర్యలను పొంది హీలియము పరమాణు కేంద్రకము (ఆల్ఫాకణము) ఏర్పడుతుంది. ఈ చర్యల వలయములో 26.7 మి.ఎ వోల శక్తి వెలువడుతుంది. ఇటువంటి ప్రక్రియలు చాలా భారీ ఎత్తున నిత్యమూ సూర్యునిలోను, నక్షత్రములలోను జరుగుతున్నాయి. తారలలో గల అత్యధిక ఉష్ణోగ్రతలు, అధిక పీడనములలో పదార్థము “ప్లాస్మా (Plasma)” స్థితిలో ఉంటుంది. ఈ చర్యల మూలముగా సూర్యుని నుండి, నక్షత్రముల నుండి బ్రహ్మాండమైన శక్తి అవిరళముగా, అవ్యయముగా కోట్లాది సంవత్సరముల తరబడి వెలువడుతూ ఉంటుంది.



ఇవి శక్తి విమోచక ప్రక్రియలు. ఒక గ్రాము ద్రవ్యరాశి గల ఉదజని పూర్తిగా పరమాణు కేంద్రకముల జ్వలన సంలీన ప్రక్రియలకు గురియైన యెడల వెలువడే శక్తి 200 మిలియనుల టన్నుల నాణ్యమైన బొగ్గు దహనము చెందినపుడు వెలువడే శక్తి సమానము.

#### పరమాణుశక్తి వినియోగము :

పరమాణు కేంద్రకముల విదళన చర్యలు గొలుసుకట్టుగా అతివేగముగా జరిగిపోతాయి. ఈ క్రియల నిర్వహణను అదుపులో ఉంచకపోతే బ్రహ్మాండమైన ప్రేలుడు సంభవించి, సర్వనాశనమునకు దారితీస్తుంది. అజ్ఞాయుధములవలన ఇదే జరుగుతుంది. పరమాణు కేంద్రకముల విదళన చర్యలను వలసిన స్థాయిలో నిర్వహిస్తూ పరమాణు శక్తిని, రేడియో ధార్మిక రశ్మిని వెలువరించడానికి నేడు “న్యూక్లియార్ రియాక్టరులు” పనిచేస్తున్నాయి. న్యూక్లియార్ రియాక్టరుల వలన ఆరు రకముల ప్రధానమైన ప్రయోజనములు ఉన్నాయి : 1. పరమాణుశక్తిని, రేడియో ధార్మిక రశ్మిని భారీ మోతాదులలో వెలువరిస్తాయి 2. అనేక రేడియో ఐసోటోపులను కృత్రిమముగా తయారు చేయవచ్చును. 3. న్యూక్లియార్ రియాక్టరులకు భవిష్యత్తులో అవసరమగు ఇంధనములను “న్యూట్రానుల తాడన ప్రక్రియల” మూలముగా తయారు చేసుకోవడానికి వీలు అవుతుంది. 4. న్యూక్లియార్ రియాక్టరులలో చాలా భారీఎత్తున వేడిమి వెలువడుతుంది; ఈ ఉష్ణశక్తిని వాడి, నీటిని మరిగించి అధిక పీడనముతో ఆవిరిని తయారుచేస్తారు. ఈ ఆవిరితో టర్బయిను-జనరేటరు యంత్రములను నడిపి కొన్నివందల మెగావాట్ల విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తారు. (భారతదేశంలో ఈనాడు తారాపూర్, రాజాప్రతాప సాగర్, కల్వక్కుములలో మూడు పరమాణు

విద్యుదుత్పాదక కేంద్రములను నెలకొల్పి పని చేయిస్తున్నారు.) 5. న్యూక్లియార్ పవరు రియాక్టరుల నుండి వెలువడే వేడిమిలో కొంత భాగమును ఉపయోగించి, సముద్రపు జలములను బట్టిపట్టి, మంచినీటిని కూడా తయారు చేసుకోవచ్చును. 6. పరమాణు శక్తిని ఉపయోగించి లెనిన్, సవన్నా ఎంటర్ప్రైస్, బ్రెయిన్ బ్రిడ్జి వంటి ఆతి పెద్ద నౌకలను, సీవుల్స్, నాటిలన్, జార్జివాషింగ్టన్ వంటి పెద్ద జలాంతర్గాములను నడుపుతున్నారు. 7. స్నాప్ (Snap)-27 పరమాణు విద్యుద్బలము గంటకు 85 వాట్ల విద్యుత్తును వెలువరిస్తుంది. అపోలో - 12 అంతరిక్ష నౌకమీద ఈ ఘటమును చంద్రుని మీదకు పంపించారు. చంద్రుని ఉపరితలము మీద వివిధ రకముల పరిశోధనలు జరుపుతున్న పరికరములకు కావలసిన విద్యుత్తును ఈ ఘటములు అందిస్తున్నాయి. ప్లాటోనియము-238 రేడియో ఐసోటోపు శిథిలత చెందినపుడు వెలువడు వేడిమిని, సిసపు డెల్టారెడ్ పేర్పులు విద్యుత్తుగా మారుస్తాయి ఈ ఘటము నుమారు 20 సంవత్సరములు పనిచేయగలదు.

రేడియో ఐసోటోపులు వెలువరించు రశ్మిని వైద్యము, వ్యవసాయము, పరిశ్రమలు వంటి వివిధ రంగములలో విరివిగా ఉపయోగిస్తున్నారు. మానవ శరీరములో ప్రసరించే వివిధరకముల ద్రవముల ప్రవాహరీతులను రేడియో పథానుగామినులను వాడి కనుగొన్నారు; థైరాయిడ్ గ్రంథిలోని అయోడిన్, రక్తములోని ఇనుము, మెదడులోని భాస్వరము, ఎముకలలోని కాల్షియము వంటి పోషక లవణముల ప్రసారరీతులను తెలుసుకుతున్నారు. రేడియో ధార్మికరశ్మిని ప్రసరింపజేసి వ్యాధిగ్రస్తములైన జీవకణములను, కురుపులను, వ్రణములను నాశనము చేయగలిగారు. కోబాల్టు-60 గల సూదులను కంఠనాళము, మూత్రాళయము, మర్మావయములు మొదలగు అవయవములలో అమర్చి, ఆ పరిసరము

లలో సోకిన పుట్టకురుపు (కాన్సర్) వ్యాధిని గాఢాకీరణ ప్రసారము వలన నిర్మూలిస్తున్నారు. రేడియో పథానుగామినులను వాడి గుండె, మూత్రపిండములు, కాలేయము వంటి అవయవములలో కలుగు వ్యాధులను గుర్తించి చికిత్స చేయగలిగారు. రక్తనాళములలో కోలెస్టరాల్ చేరి గడ్డగట్టి రక్తప్రసారమును నిరోధించెడు వ్యాధిని గుర్తించడానికి రేడియో పథానుగామినులను వాడుట ఒక్కటే సరైన పద్ధతి. శరీరములోని రక్తపు ఘనపరిమాణము, జల ఘనపరిమాణములను నిర్ణయముగా త్వరితముగా కనుగొనుటకు కూడా పథానుగామినులను వాడుతారు. ఆర్సెనిక్-74 ను వాడి మెదడులోని న్నణముల ఉనికిని వ్యాప్తిని గుర్తించారు.

వ్యవసాయ రంగములో కూడా రేడియో రసాయనములను చాల విరివిగా వాడుతున్నారు. భూములలోని మట్టిలో ఏయే పోషక పదార్థములు లోపించాయో కనుగొనుటకు పథానుగామినులను వాడుతారు. కాలిఫోర్నియాలోని పొలములలో యశదము, భాస్వరము, సత్తజని లోపించి ప్రత్తి పంట నాశనమయ్యేది. పరిశీలనలు జరిపి ఈ లోపములను తగిన ఎరువులను వాడి పూరించుట వలన, ప్రత్తిపంట నాణ్యత, దిగుబడి పెరిగియి. రేడియో ధార్మికరశ్మి విత్తనములపై ప్రసరించి నపుడు ప్రత్యుత్పత్తి జీవకణములలో “మ్యూటేషనులను” కలిగిస్తుంది. అధిక దిగుబడి, నాణ్యమైన పంట, తొందరగా కాపునకు వచ్చుట, వ్యాధి నిరోధక శక్తులుగల క్రొత్తరకపు వంగడముల సృష్టి సాధ్యమయినవి. “షర్పతి సోనోరా” గోధుమలు, “అరుణ” ఆముదము, TR-1, TR-2, TR-5 వరి వంగడములు, TG-1 నుండి TG-7 వేరుశనగ వంగడములను రశ్మి ప్రసార విధానములను వాడి మనదేశములో క్రొత్తగా రూపొందించారు. మొక్కలకు పట్టే తెగుళ్ళను, చీడలను నివారించడానికి రశ్మిని

వీరివీగా వాడుతున్నారు. గంధకము-35 ను వాడి ఫంగీజాతి తెగుళ్ళను నిర్మూలించారు. కర్ప నము-14 ను వాడి పొగాకు పంటకు కలుగు వైరస్ వ్యాధులను చికిత్స చేశారు. అనాస చెట్లకు కలుగు మీకి, బగ్ విల్లు రోగాలను కుదర్చ గలిగారు.

మామిడి పండ్లు, సపోటా పండ్లు, బంగాళా దుంపలు, ఉల్లిపాయలు-వీటిపై రశ్మిని ప్రసరింప జేసి సూక్ష్మక్రిమిలను నాశనము చేశారు; కనుక అవి క్రుళ్ళకుండా మరికొన్ని వారములు నిలువ చేయగలిగారు పండ్లలోని, కాయలలోని రంగు, రుచి, సువాసన, పోషక విలువలు ఎంత మాత్రమూ ఇందువలన చెడలేదు.

10<sup>6</sup> రాడుల తీక్షణత కలిగిన కోబాల్టు-60 గామా కిరణములను ప్రసరింపజేసి సోడియమ్, పెన్నిలన్ మందులను స్టెరిలైజ్ చేయగా, ఔషధ విలువ చెడ లేదు. గామా కిరణములు పదార్థముల ద్వారా ప్రసరించ గలవు; కనుక పరిశ్రమలో లోహపు పోతలు, అతుకులు. నిర్మాణముల అంతరాళము లలోగల పగుళ్ళు, చిల్లులు, బీటలు సరిగా గుర్తించడానికి గామారశ్మిని వాడుతారు. రేడియో ఐసోటోపులను అమర్చిన సాంద్రతా మాపక ములను, దళసరి మాపకములను నిర్మించారు. సిగరెట్లలో పొగాకు సాంద్రతను తగురీతిని ఉంచ దానికి, పలుచని కాగితము, టెరిలిన్ బట్టలు, రాగి, అల్యూమినియము లోహపు రేకులు- ఇట్టివాని దళ

సరులను తయారీ సమయంలో ఎప్పటికప్పుడు పరిశీలించడానికి ఈ మాపకములను విరివిగా వాడు తున్నారు. న్యూట్రానుల ఉద్దీపన, విశ్లేషణ విధా నములను అవలంబించి గేర్లు, బేరింగులు, టైర్ల అడుగు భాగముల ఆరుగుదలను పరిశీలిస్తారు. రేడియో పథానుగామినులను వాడి వివిధ పరిశ్రమ లలో ద్రవములు ప్రసరించే గొట్టములలోని చిల్లు లను, పగుళ్ళను, భూమి అడుగున డెలిఫోను కేబుళ్ళలోని రంధ్రములను, పెద్దపెద్ద రిజర్వాయరులలోని కన్నములను కనిపెట్ట గలిగిరి. ఈ పద్ధతిలో కట్టడములకు ఎటువంటి చెరుపు కలుగదు. అతి తీవ్రతగల గామా కిరణములను ప్రసరింపజేసి పదార్థముల అణుజాలకములను వలసిన రీతిగా మార్పు చేయగలిగారు. ఈ రకముగా సూక్ష్మతమము లైన బొగ్గు కణములను, ఖనిజ తైలములతో అను సంధించి డీజలు ఇంజనులను నడుపుటకు వలసిన ఇంధన తైలమును తయారుచేశారు. “పరమాణు శక్తి మానవాళి సంక్షేమానికి కల్పితరువుగా భాసిస్తోంది”.

డా. కొమరగిరి వేంకట రమణరావు

ఉదాహృత గ్రంథము

“పరమాణు శక్తి - దాని ప్రయోజనములు”

రచయిత : డా. కొమరగిరి వేంకట రమణరావు



# 37. విశ్వ కిరణాలు

(COSMIC RAYS)

నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన పరిశోధనా రంగంలో నిర్విరామంగా కృషి చేయబడుతున్న విభాగాలలో అతి ముఖ్యమైన శాఖగా “విశ్వకిరణాల”ను పేర్కొనవచ్చు. విశ్వకిరణ విషయ పరిశోధనా సందర్భములోనే, కేంద్రకీయ భౌతిక విజ్ఞానము లోని కొన్ని ముఖ్యాంశాలు - పాజిట్రాన్, మీసాన్, హైపరాన్ మొదలగు వివిధ రకాలయిన ప్రాథమిక కణాలు - కనుగొనడం జరిగింది. అతి క్లిష్టమున దృగ్గోచర కేంద్రకీయ విషయాలు వెలుగులోనికి తీసుకొని రాబడినాయి. కేంద్రకీయ ప్రక్రియల గురించిన వింత సమస్యలకు పరిష్కారాన్ని సమకూర్చి విజ్ఞాన ప్రగతికి దోహదం చేయబడింది. అత్యధిక ఎలక్ట్రాన్ వోల్టల శక్తితో కూడిన కణాల ఉనికి తెలిసింది.

“విశ్వాంతరాళం నుండి పృథివీతలంపైన అన్ని దిశలలోను పతన మగుచున్న వికిరణజాలాన్ని విశ్వకిరణాలంటారు”. యానకంలో విపరీతంగా చొరబడే శక్తి విశ్వకిరణాలకు ఉంటుంది.

వాయువులు స్వల్ప విద్యుద్వాహకత్వాన్ని కలిగి ఉంటాయని, ఒక శతాబ్దము ముందే కనగొనడం జరిగింది. క్రీ. శ. 1900 సంవత్సరంలో, ఇంగ్లండులో సి. డి. ఆర్. విల్సన్, జర్మనీలో విల్స్టర్, గైటర్ అనువారు, విద్యుదావేశ పూరితము కావించబడిన “స్వర్ణపత్ర విద్యుద్దర్శిని”ని ప్రత్యేకముగా ఉంచినా, ఆ పత్రాలు దిగజారడాన్ని గమనించారు. దీనికి కారణం పరిసరాలలో ఉన్న గాలి అయస్కరణము చెందటం అని వారు అభిప్రాయపడ్డారు. భూమి నుండి వెలువడుతూ, మనకు గోచరము కాని వికిరణాలు స్వర్ణపత్ర విద్యుద్దర్శినిలోని గాలిని

అయస్కరణం చేస్తూ వుండవచ్చునని విల్సన్ ఊహించినాడు. రేడియో ధార్మికత గల ఖనిజాలు, భూమిలో ఉండడంచేత, వాటి నుండి వెలువడే వికిరణాలవల్ల ఈ అయస్కరణం సంభవించిందని నమ్మబడింది. పారిస్ నగరంలోని 975 అడుగుల ఎత్తు ఉన్న “ఎఫెల్” గోపురము నుండి విద్యుద్దర్శినిచే విద్యుద్విస్తర్జనమును గురించిన పరిశీలనలను క్రీ. శ. 1909వ సంవత్సరములో వుల్ఫ్ చేసినాడు. అయస్కరణపు రేటునందు కలిగిన వృద్ధి, భూమి నుండి వెలువడే వికిరణాలవల్ల సంభవిస్తుందను కొంటే, పైకి పోయినకొలదీ ఆ రేటు క్షీణించవలసి ఉంటుంది. కాని ఈ ప్రయోగం వ్యతిరేక ఫలితాన్ని సూచించడంచేత విజ్ఞానవేత్తలు కలవర పడినారు. 1911 నుండి 1914 వరకు, ఆస్ట్రీయా యందు హెస్, జర్మనీ యందు కాల్ హర్ స్టర్, సున్నితమైన విద్యుద్దర్శినులను అమర్చిన బెలూసులను 8500 నుండి 30,000 అడుగుల ఎత్తువరకు పంపి, భూమి మీదకంటె అచ్చట అయస్కరణం ఎక్కువ అవటం గమనించినారు. “చొరబడు శక్తి గల వికిరణాలు ఆకాశం నుండి రావడం వల్లనే ఈ అయస్కరణవృద్ధి కలుగుతోంద”ని హెస్ ప్రతిపాదించినాడు. ఈ వికిరణాలకు ‘ఆకాశ వికిరణాలు’ అని అతడు పేరు పెట్టినాడు. మిల్లికాన్, కెమెరాన్ అనువారలు ఈ వికిరణాలకు ‘విశ్వకిరణాలు’ అనే నామధేయాన్ని యిచ్చినారు. ఎక్కువ లోతు ఉన్న నీటిలోను, గనులలోను, పీటిని కనుక్కోవడం మూలంగా, విశ్వకిరణాలకు చొరబడే సామర్థ్యము ఉందని రుజువయింది. భూమి నుండి 1,30,000 అడుగుల వరకు, బెలూన్ల ద్వారానూ, అపైన కృత్రిమ ఉపగ్రహాల వల్లనూ, గ్రహాంతరాళ

రాకెట్టులవల్లనూ, అవేక్షణలు కావించడం జరిగింది.

మొట్టమొదట, విశ్వకిరణ పరిశోధనలు, అయినీ కరణ పేటిక, ఎలక్ట్రామీటర్ల సహాయంవల్ల జరిగినాయి. క్రీ. శ. 1927 లో స్కోబిల్జిన్ అనే రష్యన్ శాస్త్రవేత్త, ఆయస్కాంత క్షేత్రావృత - ఆయనీకరణ పేటికను ఉపయోగించినాడు. కొద్ది మార్పులతో ఈ సాధనం కొత్త ప్రాథమిక కణాలను కనుక్కోవడంలో ఉపయోగించబడింది. 1928లో రూపొందించబడిన గైగర్ ముల్లర్ కౌంటర్ (గణనకారి) విశ్వకిరణ పరిశోధనలో ఎంతో ప్రాముఖ్యం వహించింది. రెండు లేక అంతకు మించిన కౌంటర్లను ఒకదానిపై ఒకటి ఉంచి “ఏకీభవించు” వలయమునందు కలుపబడినచో, అప్పుడు అన్నిటి గుండా పోయే ఆయనీకరణ వికిరణాన్ని మాత్రమే అవి గుర్తిస్తాయి. అనేక దిక్కిరణాలలో అమర్చి, ప్రత్యేక దిశలో వచ్చే వికిరణ తీవ్రతను కనుక్కోవచ్చు. ఈ సంపుటిని “విశ్వకిరణ దూరదర్శిని” అంటారు. గణనకారి నియంత్రిత మేఘ పేటిక, ఫోటోగ్రాఫిక్ ఎమర్షన్ విధానము, బుద్బుద పేటిక విస్ఫులింగ గణనకారి, మొదలగు వికిరణాల ఉనికిని గుర్తించే సాధనాల ద్వారా విశ్వకిరణ పరిశోధనలు జరుగుతున్నాయి. విశ్వకిరణ పరిశోధనా ఫలితాలను కింది విధంగా పేర్కొనవచ్చు;

1. అక్షాంశ ఫలితం

2. రేఖాంశ ఫలితం

3. ఉన్నతాంశ ఫలితం

4. ప్రాప్తశీలము అసౌష్ఠ్యం

1. అక్షాంశ ఫలితం :

1927-1928 సంవత్సరాలలో ‘క్లై’ అనే డచ్ శాస్త్రవేత్త, వివిధ అక్షాంశాల వద్ద విశ్వకిరణ తీవ్రతను కనుక్కోవడానికి హాలెండు నుండి జావా ద్వీపం వరకు సముద్ర ప్రయాణాన్ని సాగించాడు.

విశ్వకిరణ తీవ్రత భూమధ్యరేఖ వద్ద కనిష్ఠంగా ఉండడం, అక్షాంశము వెంబడి ఉత్తర దక్షిణాలకు పోయినకొద్దీ విశ్వకిరణ తీవ్రత వృద్ధి చెందడం, ఉత్తర దక్షిణ ధృవాలవద్ద గరిష్ఠంగా ఉండడం అతడు గమనించాడు. అక్షాంశ ఫలితం, ఉన్నతాంశాలకు పోయినకొద్దీ అధికమవుతుంది. ఈ ఫలితాన్ని కాంప్టన్ రుజువు పరచినాడు. ప్రయోగ ఫలిత వివరణ కోసం, విశ్వకిరణాలలో విద్యుదావేశ కణాలుంటాయని ప్రతిపాదించబడింది. అంత రాళం నుండి వచ్చే విశ్వకిరణాలు భూ ఆయస్కాంత క్షేత్రాన్ని చేరగానే అందుండే విద్యుదావేశ కణాలు విశ్లేషాన్ని పొందుతాయి. ఈ విశ్లేషం భూమధ్యరేఖ వద్ద ఎక్కువగాను, ధృవాలవద్ద మిక్కిలి తక్కువగాను ఉంటుంది. అందుచేత విశ్వకిరణ తీవ్రత భూమధ్యరేఖవద్ద కనిష్ఠంగాను ధృవాలవద్ద గరిష్ఠంగాను ఉంటుంది.

2. రేఖాంశ ఫలితం :

భూమధ్యరేఖా మండలములో విశ్వకిరణ తీవ్రత యొక్క క్షీణత వివిధ రేఖాంశాలవద్ద విభిన్న విలువలను కలిగి ఉంటుంది. ఈ క్షీణత పశ్చిమార్ధ గోళం వైపుకుంచె పూర్వార్ధ గోళంవైపు ఎక్కువగా ఉంటుంది. భూ ఆయస్కాంత క్షేత్రం భూకేంద్రం నుండి పోయే అక్షానికి అపసౌష్ఠ్యవంగా ఉండటమే దీనికి కారణంగా ఊహించబడుతోంది.

3. ఉన్నతాంశ ఫలితం :

మిల్లికాన్, బోవెన్, నెహర్ మొదలయిన వారు 60,000 అడుగుల వరకు బెల్మన్లను పంపి, వాతావరణోపరిభాగంలో విశ్వకిరణ తీవ్రత తగ్గడం మొదలవుతుందని కనుక్కొన్నారు. విశ్వకిరణ ఉత్పాదన కేంద్రము దాటబడినదని దీనివల్ల భావించరాదు. అధిక శక్తిగల ప్రాథమిక విశ్వకిరణాలు వాతావరణోపరిభాగాన్ని చేరిన వెంటనే గాలి యందున్న నత్రజని, ఆప్టజని అణువులను

ఢీకొంటాయి. అప్పుడు అమితంగా గౌణకణాలు ఉత్పత్తి చెందుతాయి. అయినీకరణము వృద్ధిని సూచిస్తుంది ప్రాథమిక, గౌణ కణాలు సాంద్రతా తిమిర వాతావరణానికి దిగి వచ్చిన తరువాత, అభిహతాలు అనేకంగా సంభవిస్తాయి. తక్కువ శక్తి గల కణాలు ఆపివేయబడతాయి. నవ్యకణాల ఉత్పత్తిరేటు, బలహీన కణాల శోషణపు రేటునకు సమమైనపుడు విశ్వకిరణ తీవ్రత తగ్గుతుంది. సముద్ర తీర ప్రాంతాలలో విశ్వకిరణ తీవ్రత ఊణిస్తుంది. ప్రాథమిక విశ్వకిరణాలు అత్యంత శక్తితో కూడి ఉంటాయి. ఒక్కొక్కసారి విశ్వకిరణాలందలి విద్యుదావేశ కణాలు 100 లక్షల కోట్ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టల శక్తిని కలిగి ఉంటాయని కనుక్కొనినది.

విశ్వకిరణాలు సజాతి పుంజుంగా ఉండవు ద్రవ్యములో కలిగే శోషణవల్ల అవి రెండు అంగాలను కలిగి ఉంటాయని నిరూపింపబడింది. పది సెంటిమీటర్ల మందం ఉండే సీసపు డిమ్మచేత ఆపబడే విశ్వకిరణాలను మృదువైన అంగాలనీ, దిమ్మను దాటకలిగే విశ్వకిరణాలను, దృఢమైన అంగాలనీ అంటారు. మృదువైన అంగములలో వాతావరణము నందుత్పత్తి అయిన ఎలక్ట్రానులు, పాజిట్రానులు, ప్రోటానులు ఉంటాయి. వీటి శక్తి 20 కోట్ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టల శక్తిని దాటి ఉండదు. సీసమునందు ఇవి సులువుగా శోషణను పొందుతాయి. దృఢమైన అంగములుగల వానిలో ప్రోటానులు, హీలియము, భారయుత కణాలు, మీసానులు ఉంటాయి.

1935లో “యుకావా” అను జపానీయ భౌతిక శాస్త్రవేత్త సైద్ధాంతికంగా ప్రతిపాదించిన మీసాను కణాలు విశ్వకిరణాలందున్నాయని ఆండర్సన్, నెడర్మేయర్ మున్నగు వారు ప్రయోగ పూర్వకంగా నిర్ధారించారు. విశ్వకిరణపు జల్లులను ఘటో

ద్వారా గమనించిన ఆండర్సన్, బ్రాకెట్లు, ఎలక్ట్రానుకు విద్యుదావేశమున వ్యతిరేక్తమగు(ధన), భారమున సమమగు, పాజిట్రాన్ అనబడే కణాలుంటాయని కనుక్కొన్నారు. పావెల్, ఓషిలాని అనువారు మీసానులు రెండు రకాలని కనుక్కొన్నారు. అవి  $\gamma$  మీసానులు,  $\mu$  మీసానులు  $\gamma$  మీసాను ద్రవ్యరాశి, ఎలక్ట్రాను ద్రవ్యరాశి కంటె 206 రెట్లు ఎక్కువ ఉంటుంది ఇవే కాకుండా, K మీసానులు, ఆతి భారవంతమైన ప్రాపరానులు మున్నగు మూలకజాలెన్నో విశ్వకిరణాల పరిశోధనలవల్ల కనుక్కొనినది.

“విశ్వకిరణాల ఉత్పత్తికి కేంద్రమేది?” అను విషయము వివాద గ్రస్తమయిన సమస్యగా ఉంది. వీటి ఉత్పత్తిని గురించి అనేక ఊహా సిద్ధాంతాలు ఉన్నాయి. అందులో ముఖ్యంగా నాలుగు సిద్ధాంతాలను పేర్కొనవచ్చు. 1. ప్రేలుడు సిద్ధాంతము, 2. నిర్మూలన సిద్ధాంతము, 3. త్వరణ సిద్ధాంతము, 4. వికర్షణ సిద్ధాంతము

### 1. ప్రేలుడు సిద్ధాంతము :

ఒకానొకప్పుడు విశ్వమంతా ఏక కేంద్రకమనీ, సుమారు 300 కోట్ల సంవత్సరాల క్రిందట విశ్వం ప్రేలినదనీ, అప్పుడేర్పడిన ఖండిత భాగాలు పరస్పరం దూరమగుచున్న పాఠపుంతలనీ లెమెటర్, రెజినర్లు ప్రతిపాదించారు. ఈ పాఠపుంతలు ఒకదాని నుండి మరొకటి దూరమవుతున్నాయన్న విషయము ఖగోళ, భౌతిక శాస్త్రాల మూలంగా కూడ నిర్ధారించబడింది. విశ్వకిరణాలు అప్పటి నుండి పరిభ్రమించుచున్న ధూళి అని వీరి వాదము.

### 2. నిర్మూలన సిద్ధాంతము :

తారకామయాంతరాళంలో ద్రవ్యము నిర్మూలన మొంది శక్తిగ మారుచున్నదని మిల్లికాన్ ప్రతిపాదించెను. దీనినే తరువాత క్లెయిన్, ఆర్టి అనువారు ద్రవ్య, వ్యతిరేక ద్రవ్యాలు ఒకదానినొకటి ఢీకొన్నప్పుడు ద్రవ్యము నిర్మూలనమగుచు శక్తిగ

ఉద్భవించుచున్నదని మిల్లికాన్ సిద్ధాంతమందు మార్పు కలిగించారు. దాని ఫలితమే విశ్వకిరణ జననము.

### 3. త్వరణ సిద్ధాంతము :

పాలపుంతలలోను, తారకమయాంతరాళంలోను ఆయస్కాంత క్షేత్రాలన్నవనీ, విశ్వకిరణాల యందుగల విద్యుదావేశ కణాల విపరీతశక్తి ఈ ఆయస్కాంత క్షేత్రాలవల్ల కలుగుచున్నదనీ నమ్మ బడుతున్నది. ఆయస్కాంత క్షేత్రాల యాథా ర్థ్యము సందేహస్పదము.

### 4. వికర్షణ సిద్ధాంతము :

ఇటీవల లిటిల్ టన్, బాండీలు ఈ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించారు ప్రోటాన్ యందలి విద్యుదావేశం,

ఎలక్ట్రాన్ యందుగల విద్యుదావేశం కంటె ఎక్కువనీ, అయితే ఈ భేదము చాలా తక్కువనీ వీరి నమ్మకము. అందువల్ల పదార్థమందు ధన విద్యుదావేశం ఎక్కువ కావడంవల్ల, విశ్వంలోని వివిధ భాగాలు వికర్షణాన్ని పొందుతూ ఎడమవు తున్నాయని వీరి వాదము. పాలపుంతలోగల కేంద్రకాలు నెట్టివేయబడడంవల్ల విశ్వకిరణాలు ఉత్పన్నమయినాయని వీరి సిద్ధాంతము.

ఈ సిద్ధాంతాలు కేవలము ఊహాగానాలు. విశ్వ కిరణాల జనన విషయం ఇంకా సాధించవలసిన సమస్యగానే నిలిచియున్నది.

ఆచార్య హరి లక్ష్మీపతి

## 38. ప్రాథమిక కణాలు

### (ELEMENTARY PARTICLES)

పరమాణు నాటకంలో 1930 నాటికి మనకు తెలిసిన పాత్రలు నాలుగు అవి: 1. ఎలక్ట్రాన్, 2. ప్రోటాన్. 3. న్యూట్రాన్, 4. ఫోటాన్. ద్రవ్యము మొదటి మూడు కణాలతో కూడి యుంటుంది; వికిరణము (విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము) ను, ఫోటాన్ల సముదాయముగా భావించ వచ్చును. ఆ తరువాత శాస్త్రజ్ఞులు అనేక క్రొత్త కణాలను కనుగొన్నారు. వీటి ఆయుర్దాయము బహు స్వల్పము. ప్రాథమిక కణాల విజ్ఞానము ద్రవ్యాత్మక ప్రపంచాన్ని (material world) అవగాహన చేసికొనడానికి ఎంతగానో తోడ్పడు తుంది ఈ కణాల ఆవిర్భావాన్ని, లక్షణాలను ఈ వ్యాసంలో గమనిస్తాము.

ప్రతి కణానికి ఒక వ్యతిరేక కణము (anti-particle) ఉంటుంది. దీనికి అసలు కణానికి గల ద్రవ్యరాశి, స్పిన్ విలువవలె ఉంటుంది. విద్యుదా వేశముమాత్రము వ్యతిరేక సంజ్ఞ కలిగి వుంటుంది. విద్యుత్పరంగా తటస్థమైన (electrically neutral) కణాలకు వ్యతిరేక కణము ఉన్నప్పుడు వింత దనము (strangeness) వంటి యితర ధర్మాలు తారుమారవుతాయి. శూన్య  $\pi$  మీసాన్ వంటి కొన్ని తటస్థ కణాల విషయంలో మాత్రము అసలు కణాలనే, వాటి వ్యతిరేక కణాలుగా కూడా భావించ వచ్చు. ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ల ధర్మాలు ప్రక్కపుటలలోని పట్టిక 1 లో పేర్కొనబడినవి.

**పట్టిక I**      **ప్రాథమిక కణాల ధర్మాలు**

కణము	సంకేతము	స్పిన్	ద్రవ్యరాశి	విద్యుత్ దావే శము	సగటు అయుక్తాయం సెకనులు	క్షయించే విధానము	వ్యతిరేక కణము
<b>ప్రత్యేకకణాలు:</b>							
గ్రావిటాన్	$g$	2	0	0	స్థిరము	—	$g$ గ్రావిటాన్
ఫోటాన్	$\gamma$	1	0	0	స్థిరము	—	$\gamma$ ఫోటాన్
<b>లెప్టాన్లు:</b>							
న్యూట్రినో	$\nu$	$\frac{1}{2}$	0	0	స్థిరము	—	$\bar{\nu}$ వ్యతిరేక న్యూట్రాన్
ఎలక్ట్రాన్	$e^-$	$\frac{1}{2}$	1	$-e$	స్థిరము	—	$e^+$ పాసిట్రాన్
ఋణ $\mu$ మీసాన్	$\mu^-$	$\frac{1}{2}$	206.7	$-e$	$2.2 \times 10^{-6}$	$e^- + \nu + \bar{\nu}$	$\mu^+$ ధన మ్యూ మీసాన్
<b>మీసాన్లు:</b>							
శూన్య పై మీసాన్	$\pi^0$	0	264.2	0	$10^{-16} - 10^{-15}$	$\nu + \nu$	$\pi^0$ శూన్య పై మీసాన్
ఋణ పై మీసాన్	$\pi^-$	0	273.2	$-e$	$2.6 \times 10^{-8}$	$\mu^- + \nu^-$	$\pi^+$ ధన పై మీసాన్
ధన కె మీసాన్	$K^+$	0	986.5	$+e$	$1.2 \times 10^{-8}$	$\mu^+ + \nu^+ + \pi^+ + M^0 + 2\pi^+ + \pi^-$ , $\pi^+ + 2\pi^0$ , $\pi^0 + e^+ + \nu$ , $\pi^0 + \mu^+ + \nu$	$K^-$ ఋణ కె మీసాన్

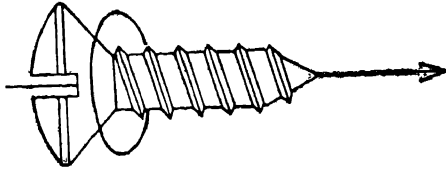
భూస్య కె మీసాన్	$K_1^0$	0	965.0	0	$1 \times 10^{-10}$	$\pi^+ + \pi^-, 2\pi^0$	$\bar{K}_1^0$ వ్యతిరేక భూస్య $K_1^0$ మీసాన్
[11]							
భూస్య కె మీసాన్	$K_2^0$	0	965	0	$8 \times 10^{-8} - 10^{-6}$	$\pi^+ + \bar{e} + \bar{\nu}, \pi^- + e^+ + \nu$ $\pi^+ + \mu^- + \bar{\nu}, \pi^- + \mu^+ + \nu$ $\pi^+ + \pi^- + \pi^0, 3\pi^0$	$\bar{K}_2^0$ వ్యతిరేక భూస్య $K_2^0$ మీసాన్
జేరియాన్ లు:							
ప్రోటాన్	p	$\frac{1}{2}$	1836.1	+e	స్థిరము	—	$\bar{p}$ వ్యతిరేక ప్రోటాన్
న్యూట్రాన్	n	$\frac{1}{2}$	1838.6	0	$\approx 1000$	$P + \bar{e} + \bar{\nu}$	$\bar{n}$ వ్యతిరేక ప్రోటాన్
భూస్య లాప్టా	$\Lambda^0$	$\frac{1}{2}$	2182	0	$2.5 \times 10^{-10}$	$P + \pi^-, n + \pi^0$	$\bar{\Lambda}^0$ వ్యతిరేక భూస్య లాప్టా
ధన సిగ్మా	$\Sigma^+$	$\frac{1}{2}$	2328	+e	$0.8 \times 10^{-10}$	$P + \pi^0, n + \pi^+$	$\Sigma^+$ వ్యతిరేక ధన సిగ్మా
భూస్య సిగ్మా	$\Sigma^0$	$\frac{1}{2}$	2332	0	$< 10^{-10}$	$\Lambda^0 + \nu$	$\Sigma^0$ వ్యతిరేక భూస్య సిగ్మా
ఋణ సిగ్మా	$\bar{\Sigma}^-$	$\frac{1}{2}$	2340	-e	$1.6 \times 10^{-10}$	$n + \pi^-$	$\bar{\Sigma}^-$ వ్యతిరేక ఋణ సిగ్మా
భూస్య కై	$\Xi^0$	$\frac{1}{2}$	2565	0	$\approx 10^{-10}$	$\Lambda^0 + \pi^0$	$\Xi^0$ -0 వ్యతిరేక భూస్య కై
ఋణ కై	$\Xi^-$	$\frac{1}{2}$	2580	-e	$\approx 1.3 \times 10^{-10}$	$\Lambda^0 + \pi^-$	$\Xi^-$ - వ్యతిరేక ఋణ కై (ప్రయోగాత్మకంగా కనుగొనలేదు)

ఒక అధికశక్తికణము (high energetic particle) మరోకణంలో చేసే అభిమాతంలో అస్థిర ప్రాథమిక కణాలు ఉత్పన్నమౌతాయి. ఆ విధంగా ఉత్పన్నమైన తర్వాత అతి స్వల్పకాల వ్యవధిలోనే ఈ ప్రాథమిక కణాలను పరిశోధించవలసి వుంటుంది. అభిమాత ప్రక్రియలో, అభిమాతాలు చేసే కణాల గతిజశక్తిలో కొంత భాగము క్రొత్తగా సృష్టించబడిన కణాల ద్రవ్యరాశిగా రూపాంతరణం (transformation) అవుతుంది. అటువంటి అతి వేగ కణాలకు ఉదాహరణ ప్రకృతిలోని విశ్వ కిరణాలు (cosmic rays). కాని వాటి అభివాహము చాలా తక్కువగా వుంటుంది. అందువలన, జీగా ఎలెక్ట్రాన్ వోల్టల ( $10^9$  eV) శక్తిగల కణాలను, ఉత్పాదించే అధికశక్తి త్వరణకాల (accelerators) నిర్మాణం ద్వారా ప్రాథమిక కణాల అవిష్కరణలు చాలవరకు సాధ్యమైనాయి.

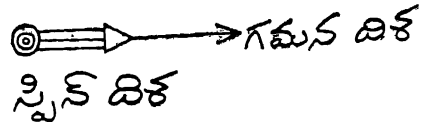
రెండు విద్యుదావేళిత కణాల మధ్య జరిగే విద్యుదయస్కాంత అన్యోన్యచర్య (Electromagnetic interaction) కు వాహకం (Carrier) గా ఫోటాన్ ఉంటుంది. కేంద్రక కణాల మధ్య ఉండే అన్యోన్యచర్య, విద్యుదయస్కాంత అన్యోన్యచర్యకన్న ఎంతో ప్రబలమైంది. దీనిని ప్రబల అన్యోన్యచర్య (Strong Interaction) అంటారు. సారూప్యంగా చూస్తే కేంద్రక కణాల మధ్యగల యీ ప్రబల అన్యోన్యచర్యలో ఒక వాహక కణము ఉండాలని తెలుస్తుంది. ఆ కణాన్ని  $\pi$  మీసాన్ లేదా పైఆన్ (Pion), అంటారు. రెండు ద్రవ్యరాశుల మధ్య అన్యోన్యచర్య ఫలితంగా గ్రావిటాన్ అనే వాహక కణమును, బలహీన అన్యోన్యచర్యతో సహచరితమైన W-కణము అనే వాహక కణాన్ని ప్రతిపాదించుకోవాలి. ఇంతవరకు గ్రావిటాన్ ల ఉనికికి ప్రయోగాత్మకమైన రుజువు కనబడలేదు.

రేడియో ధార్మిక కేంద్రకం (Radio active nucleus) ఒక్కొక్కప్పుడు ఎలెక్ట్రాన్ ను (లేదా పాసిట్రాన్ ను) ఉద్గారం (emit) చేస్తుంది. ఋణాత్మక ఎలెక్ట్రాన్ (బీటాకణం) ఉద్గారమైనప్పుడు, కేంద్రకంలోని ఒక న్యూట్రాన్, ఒక ప్రోటాన్ గా, పరివర్తనం అవుతుంది. పాసిట్రాన్ ఉద్గారమైనప్పుడు కేంద్రకంలోని ఒక ప్రోటాన్ ఒక న్యూట్రాన్ గా పరివర్తన చెందుతుంది. కేంద్రకంలో బీటా కణాలు ఉండవు. ఉద్గార ప్రక్రియలోనే అవి జనిస్తాయి. కేంద్రక చర్యలలో నిత్యత్య సూత్రాలు (Laws of Conservation) పాటించబడేందుకు “న్యూట్రినో” అనే క్రొత్త కణాన్ని పెర్సి ప్రతిపాదించాడు. 1930వ సంవత్సరంలో చేసిన ఒక కేంద్రక ప్రతిచర్య (Nuclear Reaction) లో న్యూట్రినో ఉనికి రుజువయింది. బీటా క్షయంలో వెలువడే న్యూట్రినోలను  $\nu_e$  అని సూచిస్తారు. ఆవేళిత  $\pi$ -మీసాన్ లు క్షయమైనప్పుడు, ఉద్గారమయ్యే న్యూట్రినోలను  $\nu_\mu$  అని సూచిస్తారు. ద్రవ్యంలో పీనికి గల అన్యోన్యచర్యలో ఎలెక్ట్రాన్ లు ఉత్పన్నం కావు. అంటే మీసాన్ క్షయంలో వెలువడే న్యూట్రినోలు, బీటా క్షయంలో వెలువడే న్యూట్రినోలకు భిన్నమైనవి. విరామ ద్రవ్యరాశి శూన్యం కావడంచేత (పారిటీ నిత్యత్యం కాకపోవడంవల్ల) న్యూట్రినో స్పిన్ దిశ ద్రవ్య వేగపు దిశకు (అంటే దాని గమన దిశకు) వ్యతిరేకంగా ఉంటుంది. వ్యతిరేక న్యూట్రినో విషయంలో ద్రవ్యవేగము, స్పిన్ ఒకే దిశలో వుంటాయి. న్యూట్రినోకి ఋణాత్మక హెలిసిటీ (సర్పిలత) ఉంటుంది. దీనిని ‘h’తో సూచిస్తారు. వ్యతిరేక న్యూట్రినోకి ధనాత్మక హెలిసిటీ ఉందని అంటారు. (చూడుము : ఎదుటి పటము)

## దనాత్మక హెలిసిటీ

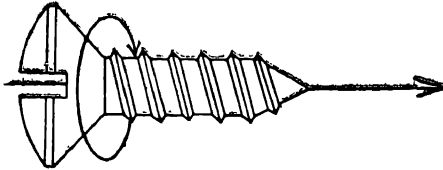


వ్యతిరేక న్యూట్రినో

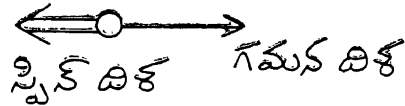


గమన దిక్  
స్పిన్ దిక్

## ఋణాత్మక హెలిసిటీ



న్యూట్రినో



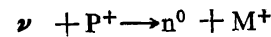
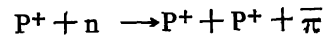
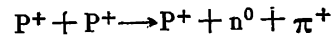
స్పిన్ దిక్ గమన దిక్

ఇతర కణాలకు విరామ ద్రవ్యరాశి శూన్యం కానప్పడు ఆ కణాలకుగానీ వాటివ్యతిరేక కణాలకు గానీ ఈ ధనాత్మక లేదా ఋణాత్మక హెలిసిటీ విచక్షణ లేకుండా ఉంటుంది.

1937 సంవత్సరంలో విశ్వకిరణాలలో మొట్టమొదటి అస్థిర కణం  $\mu$  మీసాన్ గుర్తింపబడినది.  $\mu$  మీసాన్ క్షయమైనప్పుడు ఎలెక్ట్రానుతో పాటు మరో రెండు తటస్థ కణాలు కూడా ఉత్పన్నం అవుతున్నాయని క్షయజన్య ఎలెక్ట్రాన్ల శక్తి విలువలు నిరూపిస్తాయి.

ప్రబల కేంద్రక బలాన్ని వివరించే సిద్ధాంతం ద్వారా “యూకావా” (Yukawa)  $\pi$ -మీసాన్ అస్త్రాన్ని పూర్వనిర్దేశం చేసినాడు. ఇది జరిగిన పదకొండు సంవత్సరాలకు  $\pi$  మీసాన్ ఆవిష్కరణ

అయింది. అధికశక్తి న్యూక్లియాన్ల అభిఘాతాల ఫలితంగా  $\pi$  మీసాన్లు ఉత్పన్నమౌతాయి. కొన్ని  $\pi$  మీసాన్ల ఉత్పాదక ప్రతిచర్యలు ఈ క్రింది విధంగా ఉంటాయి.



లాటెన్ - మురైడ్, ఒహియాలిని, పోవెల్ అను శాస్త్రజ్ఞులు పర్యత శిఖరాల మీద విశ్వకిరణ చర్యలకు లభించిన ఛాయాచిత్రాల ద్వారా 1947లో  $\pi$ -మీసాన్ల ఉనికిని గుర్తించారు.

$\pi$ -మీసాన్ ఆవిష్కరణ తరువాత మరికొన్ని ప్రాథమిక కణాలను (వాటిని వింతకణాలు అని కూడా అంటారు) విశ్వకిరణ పరిశోధనల ద్వారా



కనుగొన్నారు. మేఘపేటిక ద్వారా ఛాయా చిత్రాలను తీసి పరిశీలించినపుడు 'V' ఆకృతిగల రేఖలు కనుగొనబడినవి. ఈ రేఖలు రెండు తటస్థకణాల ఉనికిని ధృవపరిచాయి. ఋణ, ధన విద్యుదావేశాలుగల  $\pi$  మీసాన్లుగా క్షయమౌతున్న ఒక తటస్థ కణాన్ని K మీసాన్ గాను; ఫోటాన్. ఋణ  $\pi$  మీసాన్ గా క్షయమవుతున్న రెండవ తటస్థ కణాన్ని శూన్య లాప్టా కణంగాను పేర్కొన్నారు. ఆ తరువాత కొంతకాలంలోనే మరికొన్ని కణాలు కనుగొనబడినవి. ఋణ, ధన. శూన్య విద్యుదావేశం కల  $\Sigma$  కణాలు, ఋణశూన్య విద్యుదావేశం గల  $\Xi$  కణాలు శూన్య లాప్టా ( $\Lambda^0$ ) హైపరాన్ లుగా (బేరియాన్ వర్గము) పిలువ బడ్డాయి. సమానద్రవ్యరాశి గల ఋణ, ధన, విద్యుదావేశం గల K కణాలు, K మీసాన్ వర్గానికి చెందినవి. వై వివరించిన కణాల ధర్మాలను, క్షయికరణ రీతులను పట్టిక (పుట 180, 181) లో చూడవచ్చును.

కణాలను గుర్తించేందుకు ఉపయోగించే మౌలిక రాసులు మూడు : ద్రవ్యరాశి, విద్యుదావేశము, స్పిన్. మరికొన్ని యితర ధర్మాలను మున్నుండు ప్రస్తావిస్తాము. ద్రవ్యరాశులను బట్టి ప్రధాన అన్యోన్య చర్యలను బట్టి, ప్రాథమిక కణాలను నాలుగు వర్గాలుగా విభజించారు.

1. ద్రవ్యరాశిరహిత బోసాన్లు (: mass-less bosons.)

2. లెప్టాన్లు (Leptons) : ఇవి తేలిక కణాలు.

3. మీసాన్లు (Mesons) : ఇవి మధ్యస్థ ద్రవ్యరాశి గల కణాలు.

4. బేరియాన్లు (Baryons) : ఇవి భార కణాలు

బేరియాన్లు, మీసాన్లు నాలుగు రకాలైన అన్యోన్య చర్యలకు (1. ప్రబల 2. విద్యుదయస్థాంత 3. బలహీన 4. గురుత్వ చర్యలకు) గురి

అవుతాయి. లెప్టాన్లు ప్రబల అన్యోన్య చర్యలలో పాల్గొనవు ఫోటాన్లు విద్యుదయస్థాంత అన్యోన్య చర్యలకు సంబంధించినవి. గ్రావిటాన్లు గురుత్వ అన్యోన్య చర్యలకు సంబంధించినవి.

కణాలు ద్రవ్యరాశుల విషయంలో ఎట్టి క్రమ త్యాన్ని చూపకపోవడం శాస్త్రజ్ఞులకు ఇప్పటి వరకు తీరని సమస్య విద్యుదావేశం విషయంలో కణాలు విద్యుదావేశ రహితంగా కానీ, లేదా  $\pm e$  విద్యుదావేశపు విలువలలో గానీ ఉండటాన్ని మనం గమనించవచ్చు (ఇక్కడ  $e$  అన్నది ఎలక్ట్రాన్ విద్యుదావేశ పరిమాణము). ఈ విషయం విద్యుదావేశ నిత్యత్వ సూత్రాన్ని సూచిస్తుంది. లెప్టాన్లు బేరియాన్లు, పెర్మియాన్ల వర్గానికి చెందినవి. వాటి స్పిన్ విలువ  $\frac{1}{2}$  ( $\bar{\pi}$  విషయంలో తప్ప;  $\pi^0$  స్పిన్ విలువ  $\frac{1}{2}$ ). ఫోటాన్, గ్రావిటాన్, మీసాన్లు బోసాన్ల వర్గానికి చెందినవి. వీటి స్పిన్ విలువ (మీసాన్ల విషయంలో) శూన్యము; (ఫోటాన్ల విషయంలో) పూర్ణాంకము.

కణాలు పాల్గొనే ఏ చర్యలోనైనా విద్యుదావేశము రేఖీయ ద్రవ్యవేగము, కోణీయ ద్రవ్యవేగము నిత్యంగా వుంటాయి. కణచర్యలో ద్రవ్యరాశి ఉత్పన్నం కావడంగాని, క్షయం అవడంగాని, జరిగితే కేంద్రక చర్యలో వలెనే దీనికి తుల్యమైన శక్తి క్షయం కావడం గానీ లేదా ఉత్పన్నం అవడంగానీ జరుగుతుంది. ప్రాథమిక కణచర్యలకు మాత్రమే పరిమితమైన కొన్ని నిత్యత్వ సూత్రాలను ఇప్పుడు చర్చిద్దాము.

1. లెప్టాన్ల, బేరియాన్ల

సంఖ్య నిత్యత్వము :

ఇక్కడ కణాల సంఖ్యను ధనాత్మకంగాను వ్యతిరేక కణాల సంఖ్యను ఋణాత్మకంగాను పరిగణించాలి. ఉదా :-  $n \rightarrow \bar{e} + p + \bar{\nu}$ . ఈ సమీకరణంలో బేరియాన్ల సంఖ్య  $1 \rightarrow 0 + 1 + 0$  (నిత్యము). లెప్టాన్ల సంఖ్య  $0 \rightarrow 1 + 0 - 1$ .

(నిత్యము). పట్టిక I లో సూచించిన కణాలచర్యలన్నీ పై సూత్రాన్ని తప్పకుండా పాటిస్తాయి. కణ చర్యలలో క్షేత్ర క్వాంటంల  $e$  (ఫోటాన్-మీసాన్) సంఖ్య నిత్యం కావలసిన అవసరం లేదు.

$$\text{ఉదాహరణకు } \pi \rightarrow \mu + \bar{\nu}$$

$$\text{క్షేత్ర క్వాంటంల సంఖ్య } 1 \rightarrow 0 + 0$$

(నిత్యంకాదు)

$$\text{లెప్టాన్ సంఖ్య } 0 \rightarrow 1 - 1 \text{ (నిత్యం)}$$

బేరియాన్ల సంఖ్య నిత్యత్వ సూత్రం ప్రకృతిలో పాటించబడకుండా ఉంటే, విశ్వంలోని ద్రవ్యం అంతా క్షణకాలంలో ఎలక్ట్రాన్లగాను న్యూట్రీన్లుగాను క్షయికృతమయ్యే ప్రమాదం ఉంది.

**2 ఐసోటోపిక్ స్పిన్ నిత్యత్వము :**

ప్రబల అన్యోన్య చర్యలలో మొత్తం ఐసో

టోపిక్ స్పిన్  $T$  నిత్యత్వంలో ఉంటుంది. ప్రబల అన్యోన్య చర్యలకు సంబంధించిన మీసాన్లు, బేరియాన్లు బహుకణ సముదాయ (multiplet)గా అగుపడతాయి.

ఏకకణ సముదాయ (Singlet) :  $h^0, \Lambda, \lambda^0$

ద్వికణసముదాయ (doublets) :  $K^+, K^0$ ;  
 $P, n^0$ ;  $\Xi^0, \Xi^-$

త్రికణసముదాయ (triplets) :  $\Sigma^+, \Sigma^0, \Sigma^-$ ;  
 $\pi^+, \pi^0, \pi^-$ .

ఈ బహుకణ సముదాయములనుబట్టి ప్రతిదానికి ఐసోటోపిక్ స్పిన్ కేటాయించడం జరిగింది. (పట్టిక II చూడండి).  $T$  కి కూడా  $T_z$  అనే  $Z$  అంశాన్ని కేటాయిస్తే మొత్తం  $T_z$ . ప్రబల అన్యోన్య చర్యలలోనేగాక విద్యుదయస్కాంత అన్యోన్య చర్యలలో కూడా నిత్యత్వంలో ఉంటుందని తెలుస్తుంది.

## పట్టిక II

కణము	మల్టిప్లెట్ సంఖ్య M	ఐసోటోపిక్ స్పిన్ T	హైపర్ విద్యు దావేశము Y	బేరియాన్ సంఖ్య B	వంతదనపు సంఖ్య S
పై అన్	3 $[\pi^+, \pi^0, \pi^-]$	1	0	0	0
కయాన్	2 $[K^+, K^0]$	$\frac{1}{2}$	1	0	1
వ్యతిరేక కయాన్	2 $[\bar{K}^0, \bar{K}^-]$	$\frac{1}{2}$	-1	0	-1
కేంద్రక కణము	2 $[P, n]$	$\frac{1}{2}$	1	1	0
లాప్టా	1 $[\Lambda^0]$	0	0	1	-1
సిగ్మా	3 $[\Sigma^+, \Sigma^0, \Sigma^-]$	1	0	1	-1
త్రైన్	2 $[\Xi^0, \Xi^-]$	$\frac{1}{2}$	-1	1	-2
ఒమెగా మైనస్	1 $[\Omega^-]$	0	-2	1	-3

సూచన:- వ్యతిరేక లాప్టా, సిగ్మా మరియు త్రైన్ కణాల వంతదనపు సంఖ్య విలువ వరుసగా +1, +1, +2.

### 3. వింతదనపు సంఖ్య (Strangeness)-S

నిత్యత్వము:

ఇది వింతకణాల ఉత్పాదనకు సంబంధించినది. వింతదనము (S) ప్రబల అన్యోన్య చర్యల లక్షణాన్ని సూచిస్తుంది. ఒక బహుకణ సముదాయ (multiplet) లోని విద్యుదావేశము  $2 = e (T_2 + \frac{1}{2}B + \frac{1}{2}S)$  అయ్యే విధంగా కణము యొక్క వింతదనపు సంఖ్యను నిర్వచిస్తారు. ప్రబల లేదా విద్యుదయస్కాంత అన్యోన్య చర్యలకు వింత దనపు సంఖ్యా నిత్యత్వం వర్తిస్తుంది. బలహీన చర్యలకు ఇది వర్తించక పోవచ్చు. అట్టి అన్యోన్య చర్యలలో వింతదనపు సంఖ్య మార్పు  $\pm 1$  ఉండటానికి పీలుంది. ఈ సూత్రానికి మారుగా హైపర్ ఛార్జి (hypercharge)  $Y = B + S$  నిత్యత్వాన్ని గూడా పరిగణింపవచ్చు.

### 4. వ్యతిరేక కణ సౌష్ఠవము:

(Anti-particle Symmetry)

ఇది ప్రబల విద్యుదయస్కాంత అన్యోన్య చర్యలలో పాటింపబడుతుంది. బలహీన చర్యలు యీ సౌష్ఠవాన్ని పాటించవు.

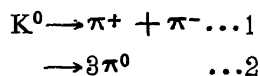
### 5. పారిటీల (Parities) నిత్యత్వము:

కణము యొక్క తరంగ ప్రమేయ సౌష్ఠవ ధర్మాలకు సంబంధించిన క్వాంటమ్ సంఖ్యను పారిటీ అంటారు. అంతరాళ నిరూప కక్షల విలోమనము వలన తరంగ ప్రమేయం మారకుండా వుంటే, ఆ కణానికి సరి పారిటీ వుందనీ, ప్రమేయపు సంకేతము మారితే ఆ కణానికి బేసి పారిటీ వుందనీ అంటారు. అంటే, కణానికి సంబంధించిన భౌతిక దృగ్విషయపు దర్పణ ప్రతిబింబం నిజమైన భౌతిక దృగ్విషయం వలె గోచరిస్తే ఆ కణానికి సరి పారిటీ (even parity) వుందని, అపసవ్యంగా గోచరిస్తే బేసి పారిటీ (odd parity) వుందని అంటారు.

పారిటీ నిత్యత్వ సూత్రం ప్రకారం కణచర్యలో పాల్గొను కణముయొక్క పారిటీ, చర్య ఫలితంగా లభించే కణాల పారిటీ గుణకాలకు సమానంగా వుండాలి. ఇచ్చట సరి పారిటీని ధనాత్మకంగాను, బేసి పారిటీని ఋణాత్మకంగాను పరిగణించాలి.

విద్యుదయస్కాంత అన్యోన్య చర్యలలో, పారిటీ నిత్యంగా వుంటుంది, ఉదాహరణకు, పరమాణువులోని కక్ష్యలలోగల ఎలెక్ట్రానులు ఒక కక్ష్యలో నుండి వేరొక కక్ష్యలోనికి దూకినపుడు ఎలెక్ట్రాన్ యొక్క పారిటీ మార్పు చెందదు. ఒక వేళ సరి పారిటీ వున్న ఎలెక్ట్రాన్ వేరొక కక్ష్యలోనికి వెళ్ళినపుడు దాని పారిటీ బేసి అయిన యెడల, ఈ చర్యలో బయల్పడే ఫోటాన్ యొక్క పారిటీ బేసిగా వుంటుంది.

కొంతకాలం వరకు అన్ని అన్యోన్య చర్యలలోను పారిటీ నిత్యంగా వుంటుందని శాస్త్రజ్ఞులు భావించే వారు. కాని  $K^0$  మీసాన్ షయీ కరణ రీతులకు ఈ సూత్రము వర్తించబోదు.



పై మీసాన్ల పారిటీ బేసి.  $K^0$  మీసాన్ కు 1 వ సమీకరణం ప్రకారము సరిపారిటీ  $[(-1)(-1)]$ , 2 వ సమీకరణం ప్రకారము బేసి పారిటీ  $[(-1)(-1)(-1)]$  ఉన్నదని తెలుస్తుంది. కాని యిది సంభవించుట దుర్లభం. పై సమస్యను విడతీయడానికి బలహీన అన్యోన్య చర్యలలో పారిటీ నిత్యం కావలసిన అవసరంలేదని లీ, యాంగ్ లు ప్రతిపాదించారు. ప్రాయోగికంగా పై ప్రతిపాదనను C. S. వూ, ఆమె సహచరులు నిరూపించారు.

### 6. C. P. ఇన్ వేరియన్స్ :

పారిటీ నిత్యత్వ భంగం, అంతరాళంలో కుడి ఎడమల మధ్య సమత్వం లేదని సూచిస్తుంది. అంటే ప్రకృతిలో సౌష్ఠవం లోపించిందా? పరమ

సౌష్ఠవము అనేది క్షేత్రాల ప్రభావం లేనప్పటికీ లభ్యమౌతుందని లిండే సూచించాడు. మనం నివసించే ప్రపంచంలో వ్యతిరేక న్యూట్రాన్ల సంఖ్య కంటే న్యూట్రాన్ల సంఖ్య హెచ్చు. అట్లాగే వ్యతిరేక ప్రోటాన్ల సంఖ్య కంటే ప్రోటాన్ల సంఖ్య హెచ్చు. అందువలన నిజప్రపంచంలో పరమ సౌష్ఠవము అనేది వుండదు. పారిటీ నిత్యత్వ భంగం ఒక ప్రకృతి నైజాన్ని విశదీకరిస్తుంది.

పారిటీ నిత్యత్వ భంగం C. P. ఇన్ వేరియన్స్ అను నూతన నిత్యత్వ సూత్రావిర్భావనకు దారితీసింది. ప్రయోగపు దర్పణ ప్రతిబింబంలోని కణాల నన్నింటిని వాటి వ్యతిరేక కణాలుగా మార్చినట్లయితే (అంటే ఇక్కడ రెండు మార్పులు జరుగుతున్నాయని గ్రహించాలి : ఒకటి కుడి ఎడమగా మారడం, మరియు కణ వ్యతిరేక కణంగా మారటం) లభించే క్రొత్తప్రయోగం వాస్తవిక ప్రయోగంవలె వుంటుంది. దీనినే C. P. ఇన్ వేరియన్స్ అంటారు. అన్ని అన్యోన్య చర్యలలోను ఈ సూత్రం అన్వయిస్తుందని శాస్త్రజ్ఞుల నమ్మకం.

ఇప్పటి వరకు శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్న ప్రాథమిక కణాలలో కొన్ని పూర్వనిర్దేశిత మైనవి. తక్కినవి మొదటిసారిగా పరిశీలించబడినవి. వీటిలో కొన్నింటి ప్రవర్తన చోద్యంగా వున్నది. వాటి అస్తిత్వానికి గల కారణాలు ఇంకా ఆవిష్కరింపబడలేదు. 30 కి పైబడిన కొన్ని కణాలు సాపేక్షంగా స్థిరమైనవి (వాని మాధ్యమిక ఆయుర్దాయము  $10^{-10}$  సెకనుకన్న ఎక్కువ); సుమారు 50 అతిస్వల్ప ఆయుర్దాయ కణాలు (మాధ్యమిక ఆయుర్దాయము కన్న ఎక్కువ) కలవు. వీటిని రెసొనెన్స్ (Resonances) అంటారు.

పదార్థాల నిర్మాణానికి దారితీసిన పెక్కు కణాలను కనుగొన్న తర్వాత శాస్త్రజ్ఞులు వీటి ధర్మాలలో గల సన్నిహితత్వాన్ని సౌష్ఠవతను ఆధారంగా

చేసుకొని- వీటిని పరిమిత తరంగాలుగా విభజించుటకు ప్రయత్నించినారు. గెల్మన్, నీమెన్లు ప్రతిపాదించిన వర్గీకరణ విధానము ప్రాథమిక కణాలను వర్గీకరించుటలోను, తర్వాత కొత్తకణాలను కనుగొనుటలోను అమూల్యమైనదిగా పరిగణింపబడినది. పై దృగ్విషయము ప్రత్యేక బీజ గణితంపై ఆధారపడి వుంటుంది. పైన చెప్పబడిన విధంగా ప్రాథమిక కణాలను విభజింపగా ఏర్పడిన వర్గమే Su (3) వర్గము (Special unitary Symmetry group  $3 \times 3$  arrays). ఈ విధంగా అష్టకణాలు గల మీసాన్ వర్గము, దశకణాలు గల బేరియాన్ వర్గము ఏర్పడతాయి. పైన చెప్పబడిన వర్గీకరణ ద్వారా  $7^\circ$  అను మీసాన్,  $\Lambda^\circ$  అను బేరియాన్ల ఉనికిని ప్రయోగాత్మకంగా తెలిసి కొనుటకు పూర్వమే గుర్తించారు. పై చెప్పిన వర్గీకరణ విధానాల పునఃపరిశీలన ఇంకా సులభతరకణవర్గ విభజనకు దారితీస్తుందని శాస్త్రజ్ఞులు భావించారు. T, S, Q, B, Y మొదలగు క్వాంటమ్ సంఖ్యల నాధారంగా చేసికొని ఒక వర్గాన్ని నిర్మించవచ్చు. ఈ వర్గంలో గల కణాలను క్వార్కులు అంటారు. ఈ క్వార్కులు సరియైన సంయోగం ద్వారా అన్ని ప్రాథమిక కణాలను వాటి ద్రవ్యరాశులతో సహా ఏర్పడు విధానాన్ని నిర్మించవచ్చు. ఈ క్వార్కులు ముఖ్యంగా మూడు కణాలు. వీటి క్వాంటం సంఖ్య విలువలు ఈ క్రింది పట్టికలో తెలుపబడినవి.

క్వార్కు	T	S	Q	B	Y
A	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
B	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
C	$\frac{1}{2}$	-1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$-\frac{2}{3}$

పై చెప్పబడిన మూడు కణాలలో కూడా A క్వార్కును మూల కణంగాను, B, C లను దాని ఉత్తేజిత రూపాలుగాను ఊహించ వచ్చును

కాని క్వార్కు A ను మూలకణంగా భావిస్తే కొన్ని సమస్యలకు సమాధానం కావలసివుంటుంది. క్వార్కు

A విద్యుదావేశం  $1.067 \times 10^{-19}$  కూలూమ్లు.  
కాని విద్యుదావేశం  $1.602 \times 10^{-19}$  కూలూమ్లు.  
దాని సంపూర్ణ గుణకాలుగా మాత్రమే లభించుట  
మనకు తెలిసిన విషయమే. క్వార్కు సిద్ధాంతాన్ని  
విశ్వతః అంగీకరించాలంటే ప్రయోగాత్మకంగా  
భిన్నాంక విద్యుదావేశాల ఉనికిని ఋజువు చేయ  
వలసి ఉంటుంది. విశ్వకిరణ పరిశోధనలలోను  
అధిక శక్తివంతమైన త్వరణకాల పరిశోధనలలోను  
వీటి ఉనికిని తెలిసికొనుటకు ప్రయత్నాలు జరుగు

చున్నవి. క్వార్కులను మూలకణములుగా భావించాలంటే కణ చర్యలనుగూర్చిన సైద్ధాంతిక ప్రయోగాత్మక పరిశోధనల అవశ్యకత ఎంతోవుంది.

శాస్త్రజ్ఞుల నిరంతర కృషివల్ల మున్నుండు ప్రాథమిక కణాలను మరింత మౌలికంగా అవగాహన చేసికోగలమని ఆశిద్దాం.

డాక్టర్ పి. బాబురావు.

## 39. టే క్వాన్ లు

( TACHYONS )

కాంతి వేగంకన్న ఎక్కువ వేగంతో ప్రయాణం చేసే కణాలను టేక్వాన్ లు ( Tachyons ) అంటారు. అట్టి కణాలు ఉన్నాయా? ఇంతవరకు విజ్ఞానులు వాటిని కనిపెట్టలేదు. అయితే వాటిని గురించి ఎందుకు యోచించాలి అంటే, అట్టికణాలు ప్రకృతిలో ఉండకూడదు అని సిద్ధాంతం నిషేధించలేదు కావున. సిద్ధాంతం నిషేధించనివాటి ఉనికిని ఎప్పటికైనా గుర్తించవచ్చు అని విజ్ఞానుల నమ్మకము. ఆ నమ్మకంతోనే టేక్వాన్ లుకై ఆన్వేషణ కొనసాగిస్తున్నా ఉంటారు.

కణాలను మూడు రకాలగా వర్గీకరించవచ్చు :  
1. కాంతి వేగంకన్న తక్కువ వేగంతో ప్రయాణం చేసేవి ; 2. కాంతి వేగమునకు సమానమగు వేగముతో ప్రయాణం చేసేవి ; 3. కాంతి వేగంకన్న ఎక్కువ వేగంతో ప్రయాణం చేసేవి.

మొదటి రెండు వర్గాలు మన అనుభవంలో ఉన్నాయి. ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్ వంటి కణాలకు యంత్రాలలో శక్తినిచ్చి వాటి వేగం ఎక్కువ చేస్తారు ఇవి మొదటి వర్గానికి చెందినవి. అయితే

ఎంత శక్తినిచ్చినా అనంతం దాకా వాటి వేగాన్ని ఎక్కువ చేయడం అసాధ్యము.; ఏమంటే వాటి వేగంతోపాటు ద్రవ్యరాశి (Mass) కూడా పెరుగుతుంది. కొంతవేగాన్ని చేరుకొన్నాక, ఇచ్చినశక్తి అంతా ద్రవ్యరాశి పెరగడానికే వినియోగపడి, వేగం ఎక్కువయ్యే అవకాశం లేదని కనుక్కొన్నారు. కాంతి వేగాన్నికూడా ఆ కణం చేరుకోలేదు. కాంతి వేగం సెకనుకు 186,000 మైళ్ళు లేదా  $3 \times 10^8$  మీటర్లు; అది కణం చేరుకోగల వేగానికి అవధి.

రెండవ వర్గానికి చెందిన కణాలు ఫోటాన్ లు, న్యూట్రినోలు. అవి శూన్యంలో ఎప్పుడు ఒకే వేగంతో ప్రయాణం చేస్తాయి. ఒకగాజు దిమ్మెలో ఒక తెల్లటి కాంతి కిరణం ప్రవేశించి, ప్రయాణం చేసి అందులోంచి పైకి వచ్చిందనుకుందాము. గాజులో ఉన్నంతసేపు దాని వేగం తగ్గుతుందిగాని పైకిరాగానే మొదటి వేగాన్ని పుంజు కొంటుంది.

మూడోవర్గం కణాలు టేక్వాన్ లు. ఇవి ఎప్పుడూ కాంతి వేగానికి మించిన వేగంతోనే ప్రయాణం

చేస్తాయి. వాటికి శక్తిని అందిస్తే వాటివేగం తగ్గుతుంది. ఎంతశక్తి నిచ్చినా, మన ఇష్టం వచ్చినట్లు వాటి వేగాన్ని తగ్గించలేము. ఆ తగ్గుదలకు అవధి ఉంది. ఆ అవధి కూడా కాంటివేగమే. శక్తి నివృత్తం మూలంగా వాటివేగాన్ని కాంటివేగం వరకు తగ్గించడం కూడా అసాధ్యమే. ఏ కణానికైనా మనం శక్తినిచ్చి దాన్ని వేగాన్ని కాంటివేగం వరకు పెంచడం ఎంత అసాధ్యమో, అదే విధంగా చేక్యానులకు శక్తినిచ్చి వాటి వేగాన్ని కాంటివేగం వరకు తగ్గించడం కూడా అంత అసాధ్యమే. అయితే కాంటివేగాన్ని మించిన వేగం విశ్వంలో లేదన్నప్పుడు, కాంటివేగాన్ని మించిన వేగంతో సహజంగా ప్రయాణంచేసే కణాలు విశ్వంలో లేవని చెప్పటంకాదు ఆ సత్యం గుర్తుంచుకోవలసింది.

చేక్యాన్ లు ఉంటే వాటి ధర్మాలు ఎటువంటివి? చేక్యాన్ ల ద్రవ్యరాశి ఋణాత్మకము. సామాన్య కణాల ద్రవ్యరాశిని  $m$  సూచిస్తే, చేక్యాన్ ద్రవ్యరాశిని  $-m$  సూచిస్తుంది. చేక్యానుల సందర్భంలో జరిగిన సంఘటనలు జరిగినక్రమంలో కాక ఉత్క్రమణ మై (Reverse) కనిపిస్తాయి. అంటే ముందు జరిగింది తరువాత జరిగినట్లు, తరువాత జరిగినది ముందు జరిగినట్లు కనిపిస్తాయి.

రెండు సామాన్య కణాలు కలిసినప్పుడు ఏర్పడే కణం బరువు ఎక్కువ అవుతుంది. ఒక కణం రెండుగా ముక్కలై నప్పుడు ఆ ముక్కలలో ఒక్కొక్కదాని బరువు, కణం బరువుకన్న తక్కువ ఉంటుంది. ఒకకణంతో చేక్యాన్ కలిసినప్పుడు ఏర్పడేదాని బరువు తగ్గడం, కణంనుంచి చేక్యాన్ విడిపోయినప్పుడు మిగిలిన కణం బరువు ఎక్కువ కావడం గమనించ తగిన విషయాలు.

A అనే కణంతో T అనే చేక్యాన్ కలిసి, తరువాత దానినుంచి విడిపోయింది అనుకుందాము. T కలిసినప్పుడు ఏర్పడిన సంయుక్త కణము B

అయితే, A బరువుకన్న B బరువు తగ్గుతుంది. ఆ విషయాన్ని యంత్రాలు గుర్తించగలవు. తరువాత B నుంచి T విడిపోయింది; మొదటి కణం A ఏర్పడింది. కాని B బరువుకన్న A బరువు ఎక్కువయింది; దీనిని యంత్రాలు గుర్తిస్తాయి. మనకు కనిపించే క్రమం ఇదికాదు. అది ఉత్క్రమణమై A బరువు తగ్గి Bగా మారినట్లు, B బరువు పెచ్చి Aగా మారినట్లు అనుభవ మౌతుంది. దానికి మన వ్యాఖ్యానం మాత్రం వేరుగా వుంటుంది

A బరువు తగ్గి B అయిందంటే మన సామాన్య కణాలపరంగా A నుంచి ఒక కణం పోయిందని అంటాము. తరువాత Bలో కణం చేరటంవల్ల దాని బరువు ఎక్కువ అయిందని సమర్థిస్తాము. దీనిలో వై పరిత్యమేమి లేదు. కాని యథార్థ సంఘటనలకు ఈ వివరణ విరుద్ధము. Aలో చేక్యాన్ చేరి, తరువాత విడిచిపెట్టగా మన కథనంలో A లోంచి కణం పోయి, తిరిగి చేరిందని అంటున్నాము. చేక్యాను ఋణాత్మక ద్రవ్యరాశి, సంఘటనల ఉత్క్రమణము కలిసి నిజాన్నిచక్కగా మరుగు పరుస్తున్నాయి అని అనుకోవాలి. చేక్యాన్ లను విజ్ఞానులు గుర్తించగలరా?

చేక్యానుల కోసం విజ్ఞానులు ఎందుకు అన్వేషిస్తున్నారు? దానికి ప్రధానంగా రెండు కారణాలున్నాయి. మొదటిది వాటి ఉనికిని సిద్ధాంతం నిషేధించ లేదు; రెండవది వాటిని గుర్తించినప్పుడు మన భావాలలో విప్లవాత్మక మైన మార్పులు వస్తాయన్న నమ్మకము. విశ్వరూపము, కాలము అనే విషయాలను ఈ దృష్టితో సమీక్షిద్దాము.

### 1. విశ్వరూపము :

మన సూర్యనివంటి సూర్యుల కోట్ల నక్షత్రాలైనా కలిసి ఒక గుంపుగా ఆకాశంలో ఉంటున్నాయట. అట్టి గుంపును గేలక్సీ (Galaxy-పాలపుంత)

అంటారు. అటువంటి గేలక్సీలు విశ్వంలో నూరు వేలకోట్లకు పైగా ఉన్నాయి. ఇవి ఆకాశంలో చెదిరిపోతున్నాయి అంటే ఒకదాని నుంచి ఒకటి దూరంగా పారిపోతున్నాయని యంత్రసహాయంతో విజ్ఞానులు కనుగొన్నారు. ఈ విధంగా అవి పారి పోతున్న వేగం వాటి దూరానికి అనుపాతంగా ఉంది. అంటే మనం గేలక్సీలను పరిశీలిస్తున్నా మనుకుంటే మనకి తెలిసేది ఏమిటంటే, మనకు ఎక్కువ దూరంగా ఉన్న గేలక్సీ ఎక్కువ వేగంతో పారిపోతుంది. ఈ విధంగా వెళ్ళగా వెళ్ళగా, ఒక దూరం దగ్గర గేలక్సీ పారిపోయే వేగం కాంతివేగాన్ని సమీపిస్తుంది. ఆదూరానికి ఒక ప్రత్యేకత ఉంది. దాని తరువాత ఏముందో తెలుసుకోనే అవకాశం లేదంటారు విజ్ఞానులు. అక్కడ ఒక తెర ప్రకృతి కట్టినట్లు

చుక్కలు పెట్టిన రబ్బరు బెలూనును ఊహించు కొంటే, రబ్బరు పౌర ఆకాశమనీ, చుక్కలు గేలక్సీలనీ అనుకోవచ్చు. బెలూన్ ఊదినప్పుడు అది పెద్దది అవుతుంది. రబ్బరుపౌర సాగుతుంది; ఏ రెండు చుక్కల మధ్య ఉన్న దూరమైనా ఎక్కువ అవుతుంది. ఒక గేలక్సీ నుంచి చూస్తూ వుంటే, ఒక దూరంలో ప్రకృతి తెరకట్టినట్లు, దాని వెనకన ఉన్నదేదీ కనుపించ దనుకున్నాము. అంటే ఆ తెర వెనకన ఉన్న గేలక్సీల కాంతి ఎప్పుడూ మనం ఉన్న గేలక్సీని చేరలేదు. అందు చేత ఎటువంటి యంత్రాలైనా తెరవెనక నున్న గేలక్సీల సమాచారం సంపాదించ లేవు, అట్టి తెర వరకు వున్న విశ్వాన్ని “ దృశ్యమాన విశ్వం ” ( Visible universe ) అన్నారు. విశ్వంలో అదొక భాగం మాత్రమే.

విశ్వాన్ని అంతా చూడటానికి మరో గేలక్సీలోకి మానసికంగా ప్రయాణమైనా మన ఆశ ఫలించదు. మనం వెళుతున్న దిశలో కొత్త విశ్వభాగం కని

పిస్తుంది; కాని వ్యతిరేక దిశలో కొంత విశ్వ భాగం తెరమరుగుకు పోతుంది. ప్రకృతి వేసిన తెర మనతోనే ఉంటుంది; మనతోనే వస్తుంది. ఆ తెర లోపున వున్న విశ్వం మాత్రమే కనిపిస్తుంది; వెనుక ఉన్నది కనిపించదు. దీనికి కారణం కాంతివేగము ఒక అవధి కావడం.

దేశ్యాసీలే ఉన్నట్లయితే వాటి వేగం కాంతి-వేగం కన్న ఎక్కువ కాబట్టి ఆ తెర వెనకన ఉన్న గేలక్సీల సమాచారం మనకు అందజేయ గలవు. వాటి వేగం తెరవెనుక ఎంతదూరంలో ఉన్న గేలక్సీలను చూపగలదో నిర్ణయిస్తుంది. ఎక్కువ వేగం గలవి ఎక్కువ దూరాన్ని చూపగలవు. వాటి వేగం అనంత మయితే విశ్వం అంతటిని చూపుతాయి. అప్పుడు దృశ్యమాన విశ్వం అనే భావానికే ఆస్కారం ఉండదు. మానవుడు విశ్వ రూపాన్ని ఎప్పుడూ చూడలేడు అనే భావం కూడా అర్థ రహితం అవుతుంది.

## 2. కాలము :

కాంతి వేగం గరిష్ఠమైనా అది నియతము. నక్షత్రాలు మన కెంతో దూరంగా ఉన్నాయి. వాని నుంచి బయలు దేరిన కాంతి ఆకాశంలో ప్రయాణం చేసి భూమిని చేరుకోవాలి. మనకు అతి దగ్గరగ నున్న నక్షత్రం నుంచి కాంతి రావడానికి  $4\frac{1}{4}$  సంవత్సరాలు పడుతుంది అంటే ఆనక్షత్రాన్ని ఎప్పుడు చూచినా  $4\frac{1}{4}$  ఏండ్ల క్రిందటి రూపమే మనకు కనబడుతుందని తెలుసుకోవాలి. ఆ నక్షత్రం ఇప్పుడు ఎట్లుందో తెలుసుకోవడం సాధ్యంకాదు. దానికి కారణం కాంతి యొక్క నియతవేగమే.

నక్షత్రాల దూరాన్ని కాంతి సంవత్సరం (light year)తో కొలుస్తారు. అది ఒక సంవత్సరంలో కాంతి ప్రయాణం చేసే దూరం. దాని విలువ సుమారు ఆరు మిలియన్-మిలియన్ మైళ్లు, లేదా 9.8 మిలియన్ మిలియన్ కిలోమీటర్లు. ఆ మానంపైన సిరియస్ నక్షత్ర దూరం  $8\frac{1}{2}$  కాంతి

సంవత్సరాలు. ద్రువ నక్షత్ర దూరం 1085 కాం. సం. మన ప్రక్కనున్న గేలక్సీ దూరం ఇరవై లక్షల కాంతి సంవత్సరాలు. అంటే ఈనాడు మనం నక్షత్రాలను చూస్తే కనిపించేవి 8 1/2 సం. వత్సరాల క్రిందటి సిరియస్ రూపం; 1085 సం. వత్సరాల క్రిందటి ద్రువుని రూపము; 20 లక్షల సంవత్సరాల క్రిందటి “ఆండ్రోమెడా” రూపము మాత్రమే. ఇప్పటి రూపు కనిపించదు.

ఈ కారణంచేత నక్షత్రాల గత రూపాలను మాత్రమే చూడగలుగుచున్నాము. ఒక్కొక్క నక్షత్రానిది ఒక్కొక్క నాటిది. ఇది కాంతినియత వేగము యొక్క ఫలితము; కాని టేక్యాన్లు ఉంటే

కాంతికన్న వేగంతో ప్రయాణం చేసి ఈ కాల వ్యవధులను తగ్గించవచ్చు. కాంతివేగానికి రెండింతలు వేగంతో ప్రయాణించే టేక్యాన్లు  $4 \frac{1}{4}$  సంవత్సరాల క్రిందటి సిరియస్ రూపాన్నే చూపగలదు. వాటి వేగం అనంతమైతే నక్షత్రాల ఇప్పటి రూపాలనే చూపిస్తాయి. అప్పుడు విశ్వం గురించి మన భావాలలో మార్పు రావచ్చు.

అందుచేత టేక్యాన్ల కోసం విజ్ఞానులు అన్వేషణ సాగిస్తున్నారు.

ఆచార్య వసంతరావు వేంకటరావు.

## 40. ద్రవ్యము - ప్రతిద్రవ్యము

(Matter and Antimatter)

ప్రపంచంలోని ప్రతి వస్తువు పరమాణువుల సముదాయమే. ఈ భావన క్రీ. పూ. 300 సం॥ం క్రితమే డెమోక్రిటీస్ అను గ్రీకు శాస్త్రజ్ఞునిచే ప్రతిపాదించబడినది. భారతీయతత్వవేత్త కణాదుడు కూడా యిటువంటి భావననే ప్రవేశ పెట్టినాడు. మనమేదైనా వస్తువును తీసుకుని దానిని విభజిస్తే చివరకు విభజింప బడరాని ఒక కణం మిగులుతుంది. దీనినే “పరమాణువు” అని అంటారు. పరమాణువులు సూక్ష్మాతిసూక్ష్మ కణాలు. సూక్ష్మ దర్శిని సహాయంతో గూడా మనం వాటిని చూడలేము.

రెండు శతాబ్దాల క్రిందట రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కొన్ని నియమిత పరమాణువు లున్నవనీ, వాటి కలయిక వల్ల ద్రవ్యాణువులు ఏర్పడుతాయనీ, కనుగొన్నారు. ఒకే రకానికి చెందిన పరమాణువులతో ఏర్పడిన పదార్థాలు “మూలకాలు” అని

పిలువ బడుతున్నాయి. అటువంటి మూలకాల సంఖ్య నేటి వరకు 103 అని కనుగొనబడినది.

ఈ శతాబ్దపు ప్రారంభంలో జరిపిన పరిశోధనల వల్ల పరమాణువు క్లిష్టమైన అంతరాకృతిని కల్గి యున్నదని ఋజువు పరుచబడినది. (చూ : పరమాణు నిర్మాణము పు)

సృష్టిలో మనకు యీ విధంగా గోచరించే మూలకాలు, మూలకాల సంపుటాలను ద్రవ్యము (Matter) అంటారు. ద్రవ్య నిర్మితిలో ప్రప్రథమంగా కనుగొనబడిన ప్రాథమికకణాలు ఎలక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు. విజ్ఞాన ప్రగతితో బాటు మరోకొన్ని ప్రాథమిక కణాలు కనుగొనబడ్డాయి. సైద్ధాంతికంగా డిరౌక్ 1928లో ప్రతిపాదించిన పాజిత్రాన్ మరో ప్రాథమిక కణం. తదుపరి అనేక విధాలయిన “మీసాన్” లనబడే ప్రాథమిక కణాలు కనుగొనబడ్డాయి.



అంతరాళం నుండి భూమిని చేరే విశ్వకిరణాల పరిశోధనలో ఆండర్సన్ 1932లో పాజిట్రాన్ కణాన్ని ప్రాయోగికంగా కనుగొన్నాడు. ఎలక్ట్రాన్, పాజిట్రాన్లు ఒకే ద్రవ్యరాసిని కల్గి ఉంటాయి. కానీ ఎలక్ట్రాన్లు ఋణవిద్యుదావేశాన్ని, పాజిట్రాన్ అంతే ధనవిద్యుదావేశాన్ని కల్గిఉంటాయి. ఈ విధంగా పాజిట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్లకు వ్యతిరేకకణంగా ఉంటుంది. ఈ జంట కణాల గురించి ఒక వింత విషయం బయటపడుతుంది. ఈ జంట కణాలు సామీప్యానికి వచ్చినపుడు అవి రెండూ వినాశకతను పొంది ద్రవ్యకణాలుగా వాటి అస్తిత్వాన్ని పోగొట్టుకుని వికిరణ శక్తిగా రూపొందుతాయి. ఈ వికిరణ శక్తి పరిమాణాన్ని ఐన్ స్టీన్ ప్రతిపాదించిన  $E = m_0 c^2$  సమీకరణానుసారంగా గించి లెక్క కట్టవచ్చు. ఇందు  $m_0$  = కణపు విరామ ద్రవ్యరాసి,  $c$  = కాంతివేగం. యీ దృగ్గోచర విషయపు విపర్యయం అంటే శక్తి మొత్తంనుండి రెండు కణాల సృష్టి, ప్రాయోగికంగా ఋజువు కాబడింది. ఎలక్ట్రాన్ సాధారణ ద్రవ్యమైతే వ్యతిరేక కణమైన పాజిట్రాన్ ప్రతిద్రవ్యమౌతుంది. పాజిట్రాన్ దానిఅనురూప ద్రవ్యాన్ని వినాశన మొనరుస్తుంది కాబట్టి అది ప్రతిద్రవ్యంగా పరిగణింప బడుతుంది.

డీరాక్ ప్రతిపాదించిన పాజిట్రాన్ సైద్ధాంతిక వివరణ, సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రంలో కుతూహలం రేకెత్తించిన విచిత్ర సంఘటన. ఆతని సిద్ధాంతం ప్రకారం  $2m_0 c^2$ కి సమానమైన ఎలక్ట్రాన్లు, పాజిట్రాన్ జంటలు సృష్టించ గలదనీ, ఆ జంట ఒక దాని నొకటి సమీపించినపుడు ఒకటి మరొకదానిని నాశన మొనరుస్తుందనీ, వాటిని సృష్టించిన శక్తిగా పరివర్తన చెందవచ్చుననీ రూఢి అయినది. కొలది మార్పులతో యీ సిద్ధాంతం ప్రోటానులకు, న్యూట్రానులకు కూడా వర్తిస్తుందని కనుక్కోబడింది. ఇందుకో ప్రతిదీ దాని అనురూప వ్యతి

రేక కణాన్ని కల్గి యుండవలె. ప్రొటాన్, వ్యతిరేక ప్రోటానులు వ్యతిరేక విద్యుదావేశాలను కలిగి ఒకే ద్రవ్యరాసిని కలిగి యుండవలె. యీ జంట ఒకదాని నొకటి వినాశన మొనరుస్తాయి. ఈ జంట ఎలక్ట్రాన్లు, పాజిట్రాన్ జంటవలె ఉంటుంది.

బెర్క్లీ వద్దనున్న త్వరణకారి (Accelerator) వలన వ్యతిరేక ప్రోటానులు 1954లో సృష్టించ బడ్డాయి. 1955లో న్యూట్రానుకు సరిసమాన మయిన ద్రవ్యరాశిని కలిగి దానిని వినాశన మొనర్చు సామర్థ్యము కలిగిన వ్యతిరేక న్యూట్రాను బెర్క్లీలో కనుగొన బడింది. ఇటీవల వ్యతిరేక కణాల పరిశోధనల వల్ల ప్రతి కణానికి వ్యతిరేక కణము ఉంటుందని నిర్ధారంపబడింది.

ప్రోటాను, న్యూట్రాను, ఎలక్ట్రాన్ల కణాలవల్ల సామాన్య ద్రవ్యపు పరమాణువులు సృజింప బడినాయి. ఈ కణాలకు వ్యతిరేక కణాలు కనుగొనబడ్డాయి. కాబట్టి ప్రతి పరమాణువుకు వ్యతిరేక పరమాణువును సృజించటం సాధ్యమవుతుందని తేలింది. వ్యతిరేక ప్రోటానులు, వ్యతిరేక న్యూట్రానులు, వ్యతిరేక ఎలక్ట్రానుల వల్ల మాత్రమే, ఏ వ్యతిరేక పరమాణువు నయిననూ సృష్టించవచ్చు. ఉదాహరణకు అన్ని పరమాణువులలో సామాన్యమయిన ఉదజని పరమాణు కేంద్రకంలో ఒక ప్రోటాను, కేంద్రకం చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న ఒక ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటున్నవి వ్యతిరేక ఉదజని పరమాణువులో, వ్యతిరేక ప్రోటాను కేంద్రంగాను, కేంద్రకం చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న పాజిట్రాన్ ఉంటాయి.

వ్యతిరేక అనురూప కణాలు కలిగిన, వ్యతిరేక ఉదజని పరమాణువు సాధారణ ఉదజని పరమాణువునకు దర్పణ ప్రతిబింబంగా ఉంటుందని పరిగణించవచ్చు. వ్యతిరేక ఉదజని పరమాణువు, సాధారణ ఉదజని పరమాణువునకు ఉండే రసాయనిక, భౌతిక ధర్మాలను కలిగి ఉంటుంది.

ఆదేరకపు కాంతిని గూడ ఉద్గార మొనరిస్తుంది. కాని వ్యతిరేక ఉదజని పరమాణువు, సాధారణ ఉదజని పరమాణువుతో కలయడం సంభవిస్తే రెండు కణాలు నాశన మవుతాయి. ఫలితంగా రెండు పరమాణువుల మొత్తపు ద్రవ్యరాశికి సరి సమానమైన శక్తి ఉద్గార మవుతుంది.

హీలియం పరమాణువునందు, కేంద్రకములో రెండు ప్రోటానులు, రెండు న్యూట్రానులు ఉంటాయి. కేంద్రకముచుట్టూ రెండు ఎలక్ట్రానులు పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి. వ్యతిరేక హీలియం పరమాణువునందు కేంద్రకములో రెండు వ్యతిరేక ప్రోటానులు, రెండు వ్యతిరేక న్యూట్రానులు ఉంటాయి. కక్ష్యలో రెండు పాజిట్రానులు కేంద్రకము చుట్టూ పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి. ఈ విధంగా ప్రతి పరమాణువునకు వ్యతిరేక పరమాణువు ఉంటుంది. ప్రతి అణువునకు వ్యతిరేక అణువుంటుంది. మన ప్రపంచాన్ని పోలిన వ్యతిరేక ప్రపంచపు అస్తికత్వమును గురించి చేసే ఊహ సమర్థనీయం. అటువంటి ప్రపంచంలో ఉండే ద్రవ్యం, అంటే ప్రతిద్రవ్యం, వ్యతిరేక పరమాణువులు, అణువులతో కూడి ఉంటుంది. అటువంటి ప్రతిద్రవ్యంతో నిర్మితమైన వ్యతిరేక ప్రపంచంలో నివసిస్తున్న మానవులు, మనం వ్యవహరించి నట్లే వ్యవహరిస్తారు. కాని సామాన్య మానవునితో వ్యతిరేక మానవుడు చేతులు కలిపితే యిరువురూ అదృశ్యమై విపరీతపు శక్తి (తత్ఫలితంగా) వెలువడుతుంది. ప్రత్యేక ఎలక్ట్రానును, ప్రత్యేక ప్రోటానును లేదా ఏదైనా ప్రత్యేక ప్రాథమిక కణాన్ని సృజించడం సాధ్యం కాలేదు. కాని ప్రయోగశాలలో శక్తి నుండి, ఎలక్ట్రాన్ - పాజిట్రాన్, ప్రోటాన్ - వ్యతిరేక ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ - వ్యతిరేక న్యూట్రాన్ జంటలను సృజించడం సాధ్యమయింది. అన్నిరకాల కణాల-వ్యతిరేక కణాల జంటలను సృష్టింప చేయవచ్చు.

సంక్షిప్తంగా చెప్పవలెనంటే, శక్తినుండి ద్రవ్యాన్ని, ప్రతిద్రవ్యాన్ని సృజింప చేయవచ్చు. విశ్వంలో ద్రవ్యపు పుట్టుకను గురించిన యాధార్థ్యము అత్యంత సార్థకమైనది.

వాస్తవానికి భూమిమీద ప్రతిద్రవ్యాన్ని కనుక్కునే సావకాశం లభించ లేదు. ఎందువల్లనంటే వ్యతిరేక కణాలు వాటి అనురూప కణాలను సమీపించి నపుడు వినాశకతను పొందుతాయి. దూరదర్శిని ద్వారా అంతరాళంలో ఎచటనైనా ఉన్న ప్రతిద్రవ్యాన్ని పరీక్షించడం సాధ్యంకాదు. ఎందువల్లనంటే అది ఎచటనైనా ఉంటే, సామాన్య ద్రవ్యం వలె అదే కాంతిని ప్రతిద్రవ్యం ఉద్గార మొనరిస్తుంది.

అయినప్పటికీ అంతరాళంలో ప్రతిద్రవ్యపు అస్తిత్వాన్ని ఊహించడానికి ఒక పద్ధతి ఉంది. అంతరాళంలో ఎచటనైనా ద్రవ్యం, ప్రతిద్రవ్యం ఉండి ఉన్నట్లయితే అవి అవిచ్ఛిన్నంగా దగ్గరకు వస్తూ ఉంటాయి. ఒకదాని నొకటి వినాశన మొనరిస్తూ ఉంటాయి. ఈ ప్రక్రియలో వాటి పరస్పర వినాశమువల్ల అమితమయిన శక్తి ఉద్గార మవుతుంది. అంతరాళంలో ఈ ప్రదేశం నుండి అవిచ్ఛిన్నంగా శక్తి అభివాహం బాహ్యంగా వెలువడుతుంది. ప్రోటాను, వ్యతిరేక ప్రోటాను పరస్పర వినాశము చెందే ప్రదేశం నుండి వెలువడే పరస్పర శక్తి 1.8 బిలియన్ల ఎలక్ట్రాను వోల్టల శక్తికి సమాన మవుతుంది. పెద్ద పరిమాణంలో ద్రవ్య వినాశకత అత్యధిక శక్తిని విడుదలచేస్తుంది. అవే దూరంలో ఉండే అంతరాళపుటంచుల నుండి, రేడియో నక్షత్రాలు, రేడియో గెలాక్సీల నుండి వచ్చు రేడియో తరంగాలను, ఆ నక్షత్రాలలో, గెలాక్సీలలో, పెద్ద పరిమాణంలో జరిగే ద్రవ్య ప్రతి ద్రవ్య వినాశానికి సాక్ష్యంగా పరిగణించవచ్చు. ఈ ప్రక్రియ యీ ప్రయోగ విషయాల వల్ల సులువుగా వివరించబడింది.

మన గెలాక్సీలో ప్రఖ్యాతి గాంచిన కర్మాటక నెబ్యూలాను బలవత్తరమైన రేడియో తరంగాల ఉద్గారకములలో ప్రధానమైనదానిగా గణించవచ్చు. ఈ నెబ్యూలాలో ద్రవ్య, ప్రతిద్రవ్య విశాళకము వల్ల వెలువడిన శక్తి, అతివేగంతో ప్రయాణం చేసే ఎలక్ట్రాన్, పాజిట్రాన్ జంటలను ఉత్పత్తిచేస్తుంది. ఈ నెబ్యూలా అతి బలవత్తరమైన అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని కూడా కలిగి ఉంటుంది. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఎలక్ట్రానుల, ప్రోటానుల అతి వేగ గతి, రేడియో తరంగాలను జనింపజేస్తుంది.

సైగ్నస్ A అని పిలువబడే ఆసాధరణ మైన వస్తువు అంతరాళంలో ఉంది. ఇది దాదాపుతంగా రేడియో తరంగాల రూపంలో శక్తిని కురిపిస్తుంది. ఇది మనకు చాలా దూరంలో ఉంది. ఈ దూరం సుమారు 250 మిలియన్ కాంతి వత్సరాలకు సమానం. అభిమాతంలో ఉన్న గెలాక్సీల జంటగా ఇది పరిగణించ బడుతుంది. ఈ జంటలో ఒకటి ప్రాధాన్యంగా సాధారణద్రవ్యాన్ని కలిగిఉండవచ్చు; మరొకటి ముఖ్యంగా ప్రతిద్రవ్యాన్ని కలిగి ఉండవచ్చు. ఈ గెలాక్సీల నుండి వెలువడు రేడియో శక్తి కొంత, ప్రతి గెలాక్సీలో పది మిలియన్లలో ఒక వంతు ప్రతిద్రవ్యం ఉండి తీరాలని సూచిస్తుంది.

మెసియర్ 87ను, మరో శక్తివంతమయిన రేడియో తరంగాలను ఉద్గార మొనర్చే గెలాక్సీగా భావించవచ్చు. ఖగోళ భౌతిక శాస్త్రవేత్తలు ఈ రేడియో తరంగాల బలవత్తరపు వికిరణానికి తగిన వివరాలను కనుగొనలేక పోయినారు. ఒక గెలాక్సీ నుండి ప్రతిద్రవ్యాన్ని మరో గెలాక్సీ కబళించడం వల్ల ఈ శక్తి ఉద్గార మవుతుందని వారు భావిస్తున్నారు

అంతరాళంలోని ప్రతిద్రవ్యపు అస్త్రీత్యాన్ని గురించిన భావన విశోధ్యత్వత్తిని గురించి ప్రచారంలో ఉన్న సిద్ధాంతాలతో సరికుదురు. ప్రతిద్రవ్యం ఉండనుకుంటే, ద్రవ్యం, ప్రతిద్రవ్యం సమాన పాళ్లలో సృష్టించ బడ్డాయనీ, లేదా అవిచ్ఛిన్నంగా సృష్టించబడుతున్నాయనీ ఈ సిద్ధాంతాలు ప్రతిపాదిస్తాయి. కాని, ద్రవ్యం నుండి ప్రతి ద్రవ్యం వేరుచేయబడుతున్నదనీ, లేదా వేరు చేయబడగలదనీ వివరించడం, వ్యతిరేక గురుత్వాకర్షణ లేనిదే జరగదని వివరించడం కష్ట సాధ్యమవుతుంది. ద్రవ్యం, ప్రతిద్రవ్యాల మధ్య, గురుత్వ వికర్షణ లేదా వ్యతిరేక గురుత్వాకర్షణ ఉండి తీరవలె. దురదృష్టవశాత్తు వ్యతిరేక గురుత్వాకర్షణ అన్న విప్లవాత్మక భావన ఐన్ స్టీన్ సార్వత్రిక సాపేక్షతా సిద్ధాంతపు ప్రాథమిక సూత్రాలను నెట్టివేయనిదే విశ్వసించ లేము. ప్రస్తుతం భౌతిక శాస్త్రవేత్తలు ఐన్ స్టీన్ సార్వత్రిక సాపేక్షతా సిద్ధాంతంలో మార్పులు తీసుకొని రావడానికి సిద్ధపడుట లేదు.

వ్యతిరేక గురుత్వాకర్షణ, లేదా గురుత్వ వికర్షణను గుర్తించడానికి ప్రయోగాలను చేయవలసి ఉంటుంది. త్వరణకారిలో వ్యతిరేక ప్రోటానుల వుంజాన్ని ఉత్పత్తి చేసి, అది గురుత్వాకర్షణ వల్ల పతనం చెందుతుందో, లేదా పైకి లేస్తుందో నిర్ణయించ వలసి ఉంటుంది. విశ్వ సృష్టి విషయ శాస్త్రవేత్తలు కొంత మంది రెండు విశ్వాలు ఉంటాయనీ, అందులో ఒకటి సాధారణ ద్రవ్యాన్ని కలిగి ఉంటుందనీ, మరొకటి ప్రతిద్రవ్యాన్ని కలిగి ఉంటుందనీ ఊహగానం చేస్తున్నారు. అటువంటిది పారిటీ (Parity) సూత్రాన్ని సమర్థిస్తుంది. అంతే కాదు; సరిసమానమైన ప్రతిద్రవ్యం ఉంటుందనే భావన పారిటీసూత్రపు యథార్థతను కాపాడుతుంది.

అచార్య హరి లక్ష్మీవతి.

# 41. మేజర్లు, లేజర్లు

'మేజర్' అనునది ఒక సంకేతనామము ఒక అంగ్లపద సమూహముతోని పదాద్యక్షరముల కలయిక వలన అది రూపొందినది (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation అనునది ఆ పదసమూహము). రేడియో తరంగాలకు పరారుణ తరంగాలకు మధ్య స్థంగా తరంగ దైర్ఘ్యం ఉండే విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను మైక్రో తరంగాలు (micro waves) అంటారు. మేజర్ వీటిని యథాతథంగా వృద్ధి చేస్తుంది. అయితే, ఈ వికిరణం (radiation) మన కంటికి కనబడదు. మన కంటికి కనబడే కాంతి తరంగాలను యథాతథంగా వృద్ధిచేసే పరికరం లేజర్ (LASER - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation కు ఇది సంకేతము.) కాంతి తరంగాలు, మైక్రో తరంగాలు, విద్యుదయస్కాంత వికిరణాలే; తరంగ దైర్ఘ్యం లోనే వాటి మధ్యతేడా.

మేజర్, లేజర్లు క్వాంటం యాంత్రిక పరికరాలు. క్వాంటం సిద్ధాంతం ప్రకారం అణువులు, పరమాణువులు సాధారణంగా స్థిరమైన వికిరణ రహితస్థితిలో ఉంటాయి. పరమాణువులలో వివిధ ఎలక్ట్రాన్లు తగురీతిని నిర్దిష్టమైన శక్తి స్థాయిలలో ఆమరి ఉంటాయి. పరమాణువుల సంయోగంవల్ల ఏర్పడిన అణువులలో పరమాణువుల ఆన్యోన్య చర్యలను బట్టి ఎలక్ట్రాన్ శక్తిస్థాయిలతోబాటు ఇతర శక్తిస్థాయిలు ఏర్పడుతాయి. పరమాణువుల కంపనంవల్ల కంపనస్థాయిలు, అణుపరిభ్రమణం వల్ల పరిభ్రమణస్థాయిలు ఏర్పడుతాయి.

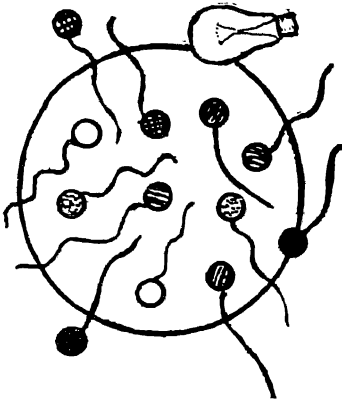
వికిరణాన్ని తరంగాలచే నడుపబడే కణసముదాయంగా భావించవచ్చు. కొన్ని పరిస్థితులలో ఇది కణస్వభావాన్ని, మరికొన్ని పరిస్థితులలో తరంగ స్వభావాన్ని ప్రస్తుతం చేస్తుంది. వికిరణ కణాలను ఫోటాన్లు అంటారు. ఫోటాన్కు సంబంధించిన తరంగ పొడవున  $(\lambda)$  దానిశక్తి  $(E)$ ని సూచిస్తుంది.  $E = h\nu$  అనే సమీకరణంలో  $h$  ప్లాంక్ స్థిరాంకము. ఒక శక్తిస్థాయి నుంచి వేరొక శక్తిస్థాయికి మారినప్పుడు పరమాణువు లేదా అణువు ఈ స్థాయిల తేడాకు సమానమైన శక్తి ఉన్న ఫోటాన్ను ఉద్గారం లేదా శోషణ చేస్తుంది. వికిరణం ద్రవ్యం గుండా ప్రయాణం చేసినప్పుడు రెండురకాల చర్యలు జరిగే వీలుంది :

1. ఫోటాన్ శక్తి రెండు శక్తిస్థాయిల తేడాకు సమం అయి, తక్కువ స్థాయిలోని పరమాణువును లేదా అణువును ఢీకొంటే ఆ కణం వికిరణాన్ని శోషణచేసి ఉద్విగ్నము (excite) అయి హెచ్చుస్థాయికి మారుతుంది. హెచ్చుస్థాయిలో ఇది స్థిరంగా ఉండలేదు. తన ఆసలు స్థాయికి తిరిగి వస్తుంది. ఈ సమయంలో "ఉద్విగ్నము" నప్పుడు తాను పొందిన అదనపు శక్తిని వికిరణ రూపంలో ఉద్గారం చేస్తుంది. ఈ ప్రక్రియను 'స్వచ్ఛంద ఉద్గారము' అంటారు.

2. రెండు స్థాయిల తేడాకు సమమైన శక్తి ఉన్న ఫోటాన్ హెచ్చుస్థాయిలోని కణాన్ని ఢీకొంటే అది ఉత్తేజితమయి (stimulate) తన ఆసలు స్థాయికి చేరుతుంది. ఆ సమయంలో ఒక ఫోటాన్ను ఉద్గారం చేస్తుంది. ఈ ఫోటానూ,

పరమాణువును ఉత్తేజపరచిన ఫోటానూ ఒకే శక్తి దశ (temporal coherence) కలిగి ఉంటాయి. ఈ ప్రక్రియను ఉత్తేజిత ఉద్గారము (stimulated emission) అంటారు.

పరమాణువులను ఉద్విగ్న పరచడానికి ఉష్ణ శక్తినిగాని కాంతినిగాని ఉపయోగించవచ్చు. మన ఇండ్లలో వాడే ప్రజ్వలన దీపము (Incandescent lamp) లో టంగ్స్టన్ తీగను వేడి చేసి పరమాణువులను ఉద్విగ్నం చేస్తాము. ట్యూబ్ లైటులలో ప్రతిదీప్తి పదార్థాల అణువులను అతినీలలోహిత కాంతిలో ఉద్విగ్నం చేస్తాము. ఈ జనకాలలోని ఉద్విగ్న పరమాణువులన్నీ ఒకేసారి కాంతిని ఉద్గారం చేయవు. తరంగ దైర్ఘ్యాలు కూడా



పటము 1.

వేరుగా ఉండవచ్చు (పటము-1). ఏకవర్ణం కాక పోవడం వల్ల, వివిధ తరంగాల మధ్య సమన్వయం లేకపోవడం వల్ల శక్తినష్టం జరుగుతుంది. ఫలితంగా ఈ జనకాల దక్షత తక్కువ. అల్ప దీప్తి వీటి లోపం.

పరమాణు సముదాయంలో వివిధ స్థాయిల మధ్య మార్పిడి ఎప్పుడూ జరుగుతూనే వుంటుంది. సాధారణ పరిస్థితులలో తక్కువ స్థాయిలో

ఎక్కువగానూ, హెచ్చు స్థాయిలో తక్కువ సంఖ్య లోను పరమాణువులు ఆమరి ఉంటాయి. అందువల్ల సరియైన పౌనఃపున్యం గల ఫోటాన్, ద్రవ్యం గుండా ప్రయాణం చేసినపుడు ఉద్గారమయ్యే ఫోటాన్ల కంటే, శోషణ అయ్యే ఫోటాన్ల సంఖ్య ఎక్కువగా ఉంటుంది; అంటే నిర్గమ కాంతి బల హీనంగా ఉంటుంది.

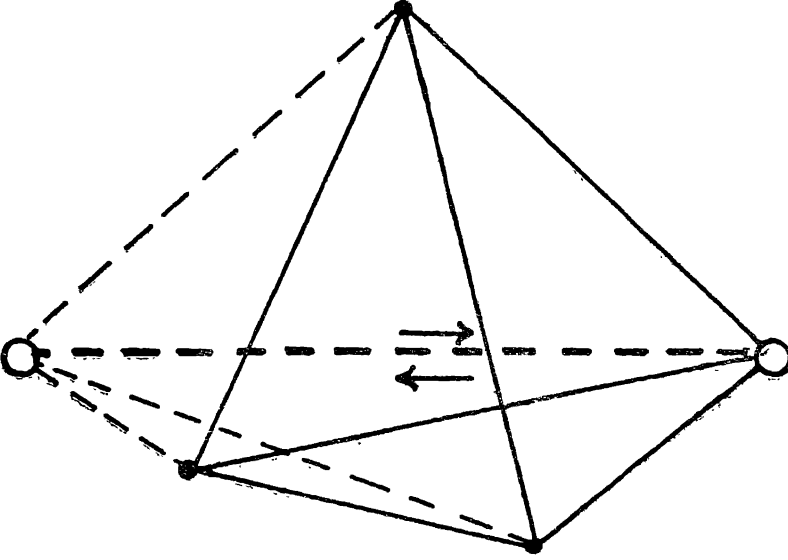
కాని ఏదో విధంగా పరమాణు సంఖ్యను తారు మారు (అంటే తక్కువ స్థాయిలో తక్కువ పరమాణువులు ఉండేలా) చేశామనుకోండి; అప్పుడు సరియైన పౌనఃపున్యముగల ఫోటాన్ వాటి గుండా ప్రయాణం చేస్తే హెచ్చు సంఖ్యలో ఫోటాన్ల ఉద్గారం జరుగుతుంది. దీనికి కారణం శోషణ చేసుకోని ఉద్విగ్నమయ్యే పరమాణువుల సంఖ్య కంటే, ఉత్తేజితమై ఉద్గారం చేసే పరమాణువుల సంఖ్య ఎక్కువగా ఉండటమే. ఫలితంగా నివిష్ట వికిరణం కంటే నిర్గమ వికిరణపు శక్తి ఎక్కువగా వుంటుంది. వికిరణాన్ని వృద్ధి చేయడానికి మేజర్, లేజర్ లలో ఈ పద్ధతిని అవలంబిస్తారు.

### అమ్మోనియా మేజర్ :

పై పటములో చూపినట్లు అమ్మోనియా అణువు పిరమిడ్ ఆకారం కలిగి ఉంటుంది. ఆధార త్రిభుజం మూడు చివరలా ఉదజని పరమాణువులు ఆమరి ఉంటాయి. నత్రజని పరమాణువు ఆధార త్రిభుజానికి ఇరువైపులా ఉండే శిఖర స్థానాలలో ఉండవచ్చు. ఉద్విగ్నమయి నప్పుడు ఈ రెండు స్థానాల మధ్య, నత్రజని పరమాణువు కంపిస్తూ ఉంటుంది. కంపన స్థితిలో అమ్మోనియా అణువు యొక్క శక్తి, కంపించ నప్పుడీ కంటే హెచ్చుగా ఉంటుంది. ఈ రెండు శక్తిస్థాయిల తేడా, పైక్రో తరంగాల పౌనఃపున్యానికి సంబంధించి ఉంటుంది ( $\nu = 2400 \text{ MHz}$ ).

స్థిర విద్యుత్ క్షేత్రంలో అమోనియా వాయువును ఉంచినపుడు తక్కువ శక్తిస్థాయిలోని అమోనియా అణువులు స్థిర విద్యుత్ క్షేత్రం నుంచి దూరంగా పోతాయి. పాచ్చుస్థాయి అణువుల మీద విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావం ఉండదు. ఈ ధర్మం ఆధారంగా చేసుకొని పాచ్చు స్థాయిలోని అణువులను ఒక చోటుకు చేర్చవచ్చు. అప్పుడు  $24\ 000\ \text{MH}_z$  పౌనఃపున్యం గల వికిరణాన్ని

ఆ సముదాయం గుండా ప్రసరింప చేస్తే, ఉత్తేజిత ఉద్గారం జరిగి, వికిరణం వృద్ధి చెందుతుంది. అమోనియా మేజర్ పని చేసే విధానం యిదే. దానిని వాడి, మొట్ట మొదటి అణు గడియారం తయారు చేశారు. అమోనియా మేజరు కంటే సుశీతమైన మేజర్లను నేడు శాస్త్రజ్ఞులు తయారు చేస్తున్నారు.



పటము. 2. అమోనియా మేజరు.

### కెంపు లేజర్ :

ఘన, ద్రవ, వాయు, పదార్థాలలో దేనినైనా వాడి లేజర్ను నిర్మించ వచ్చు. కెంపు స్పటికపు జాలకంలో క్రోమియం (మాలిన్) పరమాణువులు ఉంటాయి. లేజర్ ప్రక్రియకు మూలాధారం వీటి ప్రవర్తనే. సుమారు  $10\ \text{సెం.మీ.}$  పొడవుగల కెంపు కడ్డీని లేజర్లో వాడుతారు (పటము-3).

క్రోమియం పరమాణువులు సాధారణంగా ఉద్విగ్న స్థితిలో ఉండవు (3a). కడ్డిచుట్టూ ఉంచిన ప్రతిదీప్తి నాళం నుంచి ఉద్గారం అయ్యే కాంతి వీటిని ఉద్విగ్న పరుస్తుంది (3b).

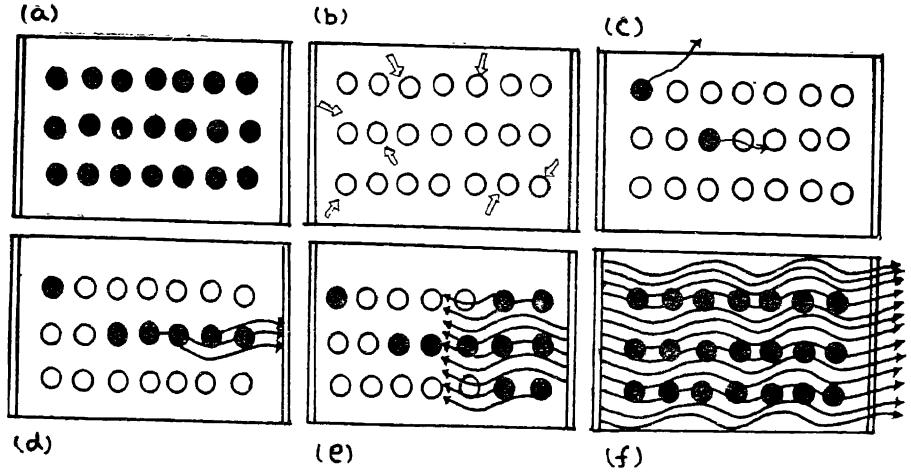
(12)

ఉద్విగ్న పరమాణువులు తమ అసలుస్థాయి (భూస్థాయి) ని రెండు అంచెలలో చేరుతాయి. మొదటి అంచెలో ఎలక్ట్రాన్లు అన్నీ ఒక పరాధ్యస్థ స్థాయి (meta stable state) ని చేరుకొంటాయి.

ఉన్నట్టుండి కొన్ని పరమాణువులు (3c) భూస్థాయిని చేరుకొంటాయి. ఈ ప్రక్రియలో అవి తమ అదనపు శక్తిని అరుణకాంతి రూపంలో ఉద్గారం చేస్తాయి. ఈ కాంతి ఏ దిశలోనైనా ప్రయాణం చేయవచ్చు. కడ్డి యొక్క అక్షానికి సమాంతరంగా పయనించే కాంతి పుంజమే లేజర్ చర్యలో పాల్గొంటుంది. ఇతర దిశలలో పయనించే

కాంతి పుంజాలు కడ్డీని వదలిపోతాయి. ఈ కాంతి పౌనఃపున్యం సరియైనది (అంటే పరాధృష్టస్థాయి, భూస్థాయిల తేడాకు సంబంధించినది) అవడంవలన కడ్డీ యొక్క అక్షానికి సమాంతరంగా పయనించే ఫోటాన్ పరాధృష్టస్థాయిలోని వేరొక పరమాణువును ఉత్తేజ పరుస్తుంది. ఉత్తేజిత పరమాణువు

వేరొక అరుణకాంతి ఫోటాన్‌ను ఉద్గారం చేసి భూస్థాయిని చేరుతుంది. ఈ విధంగా ఉద్గారమయిన ఫోటానూ, పరమాణువును ఉత్తేజపరచిన ఫోటానూ ఒకే దిశ, పౌనఃపున్యము కలిగి ఉండడం వలన అవి పరస్పరం సహకరించుకొంటాయి. అందువలన కాంతిశక్తి రెండింత అవుతుంది. ఫలిత కాంతి వేరొక



పటము. 3. కెంపు లేజరు.

పరమాణువును ఉత్తేజపరచడం వలన కాంతిశక్తి మూడింత అవుతుంది. ఈ విధంగా కాంతి తనదారి లోని ఇతర పరాధృష్ట పరమాణువులను ఉత్తేజపరచి తనశక్తిని బాగా వృద్ధి (amplify) చేసుకొంటుంది.

కెంపుకడ్డీ చివరలు సమాంతరంగా ఉంటాయి. ఒకచివర సంపూర్ణ రిఫ్లెక్టర్ లేపనము, రెండవచివర పాక్షిక రిఫ్లెక్టర్ లేపనము ఉంటాయి. అక్షానికి సమాంతరంగా ప్రసరించే ఫోటాన్లు, చివరల దగ్గర పరావర్తనం చెంది, పలుమారులు అటు ఇటు పయనించి, తమశక్తిని మరింత ఎక్కువ చేసుకొంటాయి. శక్తి ఒకస్థాయిని చేరిన తరువాత, పాక్షికలేపనం చేసిన కొనసుండి కాంతి బహిర్గతం అవుతుంది. కడ్డీ యొక్క అక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణించే ఫోటాన్లే లేజర్

చర్యలో పాల్గొనడం వలన ఫలిత కాంతిపుంజం సమాంతరంగా ఉంటుంది. పైన వివరించిన ప్రక్రియ అంతా  $10^{-6}$  సెకన్లలో జరుగుతుంది. ఇదే ప్రక్రియ మరల మరల జరుగుతుంది. ఈ విధంగా వివిధ ఉత్తేజిత పరమాణువుల మధ్య సమన్వయం, సహకారం ఉండడం వలన లేజర్ ఏకవర్ణంగల శక్తినంతమైన సమాంతర సంబద్ధ కాంతిపుంజాన్ని ఉద్గారం చేస్తుంది.

**లేజర్ అనువర్తనాలు :**

ప్రస్తుతం వార్తాప్రసారం, రేడియో తరంగాల ద్వారా జరుగుతోంది. లేజర్ కాంతిని వాడి వార్తా ప్రసారానికి ప్రస్తుతం ఉన్న ఆవకాశాలను 100 రెట్లు చేసుకొనవచ్చు. డెలివెజన్ చిత్రాలను కూడా ప్రసారం చేయవచ్చు.

సంప్రదాయ సిద్ధంగా వాడే ఫోటోగ్రఫీలో వస్తువును గురించిన సమాచారం అంతా రికార్డు కాదు. అందువలన వస్తువు త్రిమితీయమైనా దాని ప్రతి బింబాన్ని చూచినప్పుడు ఆ భావన మనకు కలుగదు. లేజర్ నుంచి జనించే సంబద్ధ కాంతితరంగాలను వాడి త్రిమితీయ చిత్రాలను రికార్డు చేయవచ్చు. ఇటువంటి త్రిమితీయ వస్తుచిత్రణను 'హోలోగ్రఫీ' అంటారు.

ఎక్కువ శక్తివంతమైనందున, సంబద్ధ స్వభావం కలిగినందువలన లేజరు కాంతిని ఏదైనా సూక్ష్మమైన బిందువు వద్ద కేంద్రీకరించవచ్చు.

ఈ ధర్మం ఆధారంగా చేసుకొని లేజర్ కాంతి సహాయంతో స్థానభ్రంశం చెందిన రెడినాలను అతుకుతున్నారు. సమాంతరంగా ఉండడంవలన, లేజర్ కాంతిని సర్వే చేయడానికి వాడుతున్నారు. సమాకలిత వలయాలలో (చూడు : మైక్రో ఎలక్ట్రానిక్స్) సూక్ష్మరంధ్రాలను చేయడానికి, వలయాలను కలపడానికి, వలయాలను తెగగొట్టడానికి లేజర్ కాంతిని నేడు వాడుతున్నారు.

అచార్య

నరసపాటి వేంకట సుబ్రహ్మణ్యం

## 42. సూక్ష్మ తరంగాలు

( MICRO - WAVES )

పరిచయము :

రేడియో తరంగాలు, పూరుణ తరంగాలు, అతినీల లోహిత తరంగాలు మొదలైన తరంగాల వలెనే సూక్ష్మతరంగాలును, విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు (electromagnetic waves). సుమారు  $10^9$  హెర్ట్స్ నుంచి  $10^{12}$  హెర్ట్స్ వరకు పౌనఃపున్యముకల తరంగాలను సూక్ష్మతరంగాలుగా నిర్వచింపవచ్చు. వీటిలో  $10^{11}$  నుంచి  $10^{12}$  హెర్ట్స్ వరకు పౌనఃపున్యముకల తరంగాలను మిల్లీమీటరు తరంగాలు అని వ్యవహరిస్తారు. అంటే స్వేచ్ఛా కాశములో ప్రసరించేటప్పుడు సూక్ష్మతరంగాల, తరంగ దైర్ఘ్యము సుమారు 30 సెం. మీ నుంచి 3 మి. మీ వరకు వుంటే, మిల్లీమీటరు తరంగాల తరంగ దైర్ఘ్యము 3 మి. మీ. నుంచి 0.3 మి. మీ. వరకు ఉంటుంది.

సూక్ష్మ తరంగాల ప్రసరణము :

(Propagation of micro-waves)

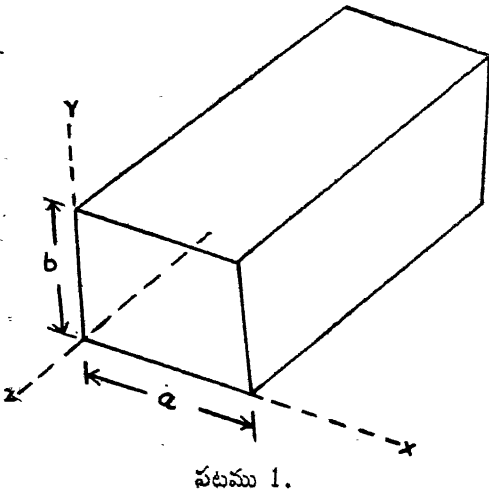
100 నుండి 1000 మెగాహెర్ట్స్ వరకు పౌనఃపున్యము గల తరంగాలను రెండు సమాంతర లెచర్ తీగల (Lecher wires) వెంబడి ప్రసరింప చేయవచ్చు. 1000 మెగాహెర్ట్స్ కన్న ఎక్కువ పౌనఃపున్యము గల తరంగాలను ఈ తీగలద్వారా ప్రసరింపజేసిన, పరిసర ప్రాంతాలకు వికిరణము (radiation) చెందడంవల్ల విద్యుదయస్కాంత శక్తి దుర్బలమగును. అందుచే 1000 నుంచి 3000 మెగాహెర్ట్స్ వరకు పౌనఃపున్యము కల తరంగాల ప్రసరణకు సహజ కేబిల్ (Coaxial cable) ను వాడతారు. 3000 మెగాహెర్ట్స్ పైన, సహజ కేబిల్ యొక్క లోపలి వాహకము ద్వారా



కూడా శక్తి దుర్వ్యయ మవుతుంది. కేబిల్ లోని విద్యున్నిరోధకాలు కూడా శక్తిక్షయానికి సహాయ పడతాయి. అందుచేత 3000 మెగాహెర్ట్స్ పైన, సహజ కేబిల్ కు బదులు బోలుగావున్న ఒక లోహపు గొట్టాన్ని (hollow metal pipe) వుపయోగించవలె. ఈ గొట్టాన్ని వేవ్ గైడ్ (wave guide) అని అంటారు. వేవ్ గైడ్ విద్యుద్వాహక లోహముతో చేయబడి, దాని తిర్యక్ (అడ్డు) ఛేదము (cross section) దీర్ఘచతురస్రాకారముగా గాని, వర్తులాకారముగా గాని, తదితర ఆకారాలలో గాని ఉంటుంది. కేబిల్ లో వలె, దీని అంతర్భాగములో విద్యుద్వాహకము గానీ, విద్యున్నిరోధకాలుగానీ ఉండవు. అందువల్ల శక్తి దుర్వ్యయము శతాంశ స్వల్పముగా వుంటుంది.

సూక్ష్మతరంగాలు వేవ్ గైడ్ లో ప్రసరించేటప్పుడు, వేవ్ గైడ్ గోడలు, తరంగాలు లోహపు గొట్టము వెంబడి పోవునట్లు, తరంగాలకు ఆవధులను ఏర్పరుస్తాయి. అంటే తరంగాలు లోహపు గొట్టాల వెలుపలకు పోవడానికి పీలుండదు. దీర్ఘ

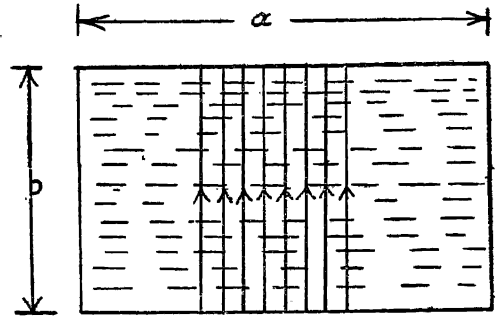
**పటము: దీర్ఘచతురస్రాకారపు వేవ్ గైడ్.**



చతురస్రాకారము గల లోహపు గొట్టాలలో సూక్ష్మ తరంగాల ప్రసరణను గురించి ఇక్కడ తెలుసుకుందాము.

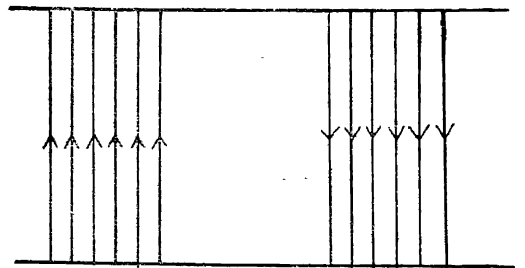
దీర్ఘచతురస్రాకారపు వేవ్ గైడ్ పటము I. లో చూపించబడింది. విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు (అంటే సూక్ష్మతరంగాలు) వేవ్ గైడ్ లలో రెండు రకాలుగా ప్రసరిస్తాయి : 1. విద్యుదయస్కాంత తరంగ ప్రసరణ దిశలో (Direction of propagation) లో విద్యుత్ క్షేత్ర అంశము వుండదు. అంటే విద్యుత్ క్షేత్రము పూర్తిగా తరంగానికి తిర్యక్ సమతలములో మాత్రమే వుంటుంది. వీటిని తిర్యక్ విద్యుత్ తరంగాలు (Transverse Electric Waves) లేక TE-తరంగాలు, లేక H-

(a)



విద్యుత్ అయస్కాంత క్షేత్ర వితరణము  
అడ్డుఛేదపు దృశ్యము

(b)

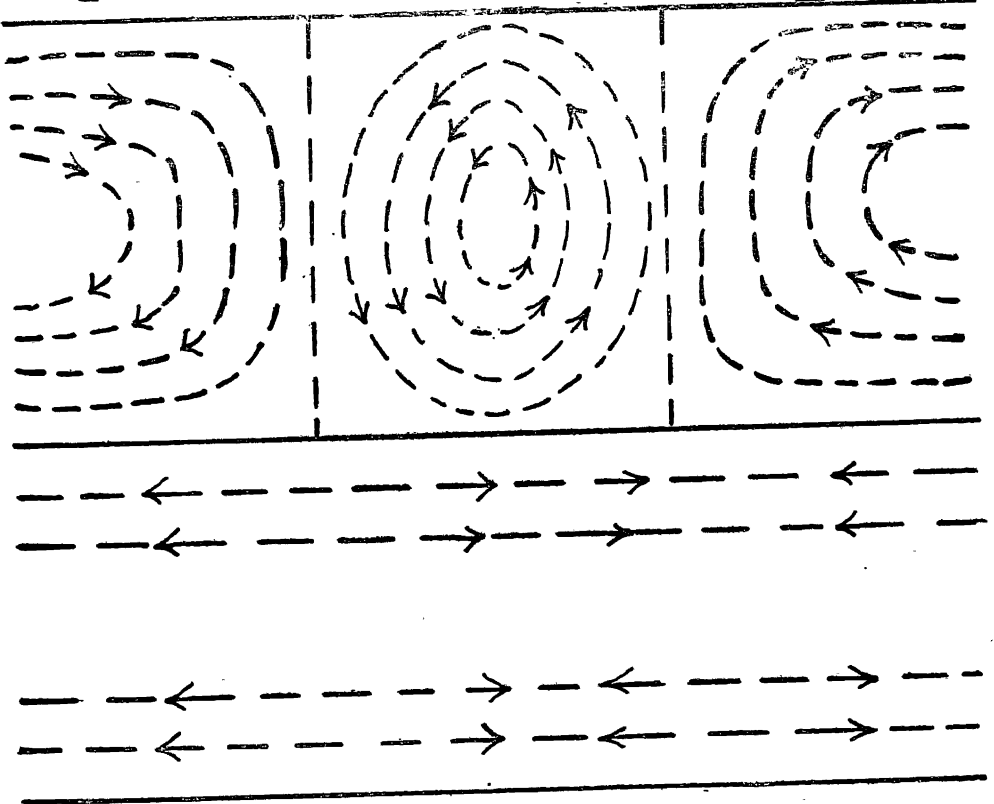


అనుదైర్ఘ్యదృశ్యము — విద్యుత్ రేఖలు  
..... అయస్కాంత రేఖలు

తరంగాలు అంటారు. 2. రెండవ రకములో విద్యుదయస్కాంత తరంగ ప్రసరణ దిశలో అయస్కాంత క్షేత్ర అంశము వుండదు. అయస్కాంత క్షేత్రము పూర్తిగా తరంగానికి తిర్యక్ సమతలములో మాత్రమే వుండే ఈ తరంగాలను తిర్యక్ అయస్కాంత తరంగాలు (Transverse Magnetic Waves) లేక TM-తరంగాలు లేక E- తరంగాలు అని అంటారు. విద్యుత్ క్షేత్రము యొక్క అంశముగాని అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్క అంశముగాని ప్రసరణ దిశలో లేనటువంటి తిర్యక్ విద్యుదయస్కాంత తరంగము లేక TEM తరంగము (Transverse Electro Magnetic Wave) వేవ్ గైడ్ లో ప్రసరించడం దుస్సాధ్యము.

TE, TM తరంగాలు వివిధ రీతుల (Modes) లో వేవ్ గైడ్ ద్వారా ప్రసరిస్తాయి. ప్రసరణ రీతిని బట్టి వీటిని  $TE_{10}$ -,  $TE_{11}$ -,  $TM_{11}$ -, రీతులు అని అంటారు. దీర్ఘ చతురస్రపు వేవ్ గైడ్ లో ప్రసరించే  $TE_{10}$  రీతిని పటము. 2 లో చూపినాము. ఈ పటములో పూర్తి రేఖలు విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని, విచ్ఛిన్న రేఖలు అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని సూచిస్తాయి. రేఖల మధ్య దూరాన్ని బట్టి విద్యుత్ క్షేత్రము యొక్కయు, అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్కయు సాపేక్ష తీవ్రతను తెలుసుకోవచ్చు.

వేవ్ గైడ్ లో  $TE_{10}$  రీతి ప్రసరణ సంఖ్యల (1,0) ను బట్టి  $O_x$  వెంబడి విద్యుత్ క్షేత్రము మధ్యభాగంలో ఒక చోట గరిష్ఠవిలువ కలిగి వున్న



పటము. 2.

దీర్ఘచతురస్రపు వేవ్ గైడులో  $TE_{10}$  రీతి ప్రసరణ. ఉపరితల దృశ్యము పైనుండి, ప్రక్కనుండి కనబడు దృశ్యము.

దనియు, Oy వెంబడి అయస్కాంత శ్చేత్రములో గరిష్ఠవిలువ శూన్య మనియు (అంటే అయస్కాంత శ్చేత్రము ఏకరీతిగా ఉన్నదని) తెలుసు కోవచ్చు, ఇదే విధముగా TE<sub>11</sub>-, TM<sub>11</sub>- తదితర ప్రసరణ రీతులను అర్థము చేసుకోవచ్చు.

వేవ్ గైడ్ లో దాని కొంతలచే నిర్దేశితమైన ఒక నిర్దిష్ట తరంగ దైర్ఘ్యముకన్న తక్కువ దైర్ఘ్యము కల సూక్ష్మతరంగాలు మాత్రమే ప్రసరిస్తాయి. ఈ కనీస తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని అంతక తరంగ దైర్ఘ్యము  $\lambda_c$  ( Cut off Wavelength ) అని అంటారు. అంటే  $\lambda_c$  కన్న ఎక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యము కల తరంగాలు వేవ్ గైడ్ లో ప్రసరించ లేవు. దీనిని బట్టి అంతక పౌనః పున్యాన్ని ( $f_c$ ) కూడా నిర్వచింపవచ్చు.  $f_c$  కన్న ఎక్కువ పౌనఃపున్యము కల తరంగాలు మాత్రమే వేవ్ గైడ్ లో ప్రసరిస్తాయి.  $f_c$ ,  $\lambda_c$  లకు గల సంబంధము.

$$f_c = \frac{u}{\lambda_c}$$

ఇక్కడ  $u$  స్వేచ్ఛాకాశములోని కాంతివేగము.

సూక్ష్మ తరంగాలు వేవ్ గైడ్ లో ప్రసరించే టప్పుడు వాటి తరంగ దైర్ఘ్యము  $\lambda_g$  అను కుండాము. స్వేచ్ఛాకాశములో వాటి తరంగ దైర్ఘ్యము  $\lambda$  అయినప్పుడు,  $\lambda_g$  విలువ  $\lambda$  కన్న ఎక్కువగా వుంటుంది.  $\lambda$ ,  $\lambda_g$ ,  $\lambda_c$  లకు గల సంబంధాన్ని క్రింది సమీకరణము ఇస్తుంది.

$$\frac{1}{\lambda_g^2} = \frac{1}{\lambda^2} - \frac{1}{\lambda_c^2}$$

పటము 1 లో చూపిన దీర్ఘ చతురస్రాకారపు వేవ్ గైడ్ యొక్క వెడల్పు  $a$ , ఎత్తు  $b$  అయినచో దానిలో ప్రసరించే TE<sub>10</sub> తరంగపు  $\lambda_c$  విలువ  $2a$  కు సమానమని చూపవచ్చు.

### 3. సూక్ష్మ తరంగాల ఉత్పాదన :

అల్ప పౌనఃపున్యము కల తరంగాలను ఉత్పాదించే ఆసిలేటర్లలో సంప్రదాయ సిద్ధమైన ట్రయోడ్, టెట్రోడ్ల నుపయోగిస్తారు. అధిక పౌనఃపున్యముగల సూక్ష్మ తరంగాల ఉత్పాదనకు ప్రత్యేకమైన ట్రయోడ్ ట్యూబులను వాడవలసి వుంటుంది. ఈ ట్యూబులను, వాటి ఆనుబంధ విద్యుద్వలయాలను అతి జాగ్రత్తగా రూపకల్పన చేయవలసి వుంటుంది. ఈ విద్యుద్వలయాలలో సమాంతర లేక సహాక్ష అనునాదకాలుగాని, కేవల అనునాదకాలుగాని ఉపయోగిస్తారు. ఈ ట్రయోడ్ ట్యూబుల ఫ్లేట్, గ్రిడ్ల మైజు సాధ్యమైనంత తక్కువచేసి అవి ఒకదాని కొకటి అతి దగ్గరలో ఉండేటట్లు రూపకల్పన చేస్తారు. ఈ విధంగా చేయడంవల్ల ట్రయోడ్ యొక్క ఎలక్ట్రోడ్ల మధ్య కేపాసిటెన్స్ బాగా తగ్గి ఎలక్ట్రాన్లు ఒక ఎలక్ట్రోడ్ నుంచి మరొక ఎలక్ట్రోడ్ కు పోవడానికి పట్టే గమనకాలము అతి తక్కువగును. అందుచే ఈ ట్రయోడులు అధిక పౌనఃపున్యముకల సూక్ష్మ తరంగాల ఉత్పాదనలో ఉపయోగ పడతాయి. W. E. 368 A, G. E. 2c 40 లైట్ హౌస్ ట్యూబ్, W. E. 316 A డోర్ నాట్ ట్యూబ్ మొదలైనవి ఉపయోగించి సుమారు 3800 మెగా హెర్ట్స్ గరిష్ఠ పౌనఃపున్యాన్ని ఉత్పాదించవచ్చు.

ఇంతకన్న ఎక్కువ పౌనఃపున్యముకల సూక్ష్మ తరంగాలను ఉత్పాదించాలంటే ద్వి అనునాదక క్షైస్టాల్స్, రిక్టెక్స్ క్షైస్టాల్స్, మేగ్నెట్రాన్, ప్రగమీ తరంగ ట్యూబ్ ( Travelling Wave Tube ) మున్నగు సాధనాలను వాడవలె. ఈ సాధనాల రూపకల్పన వివరాలలో అనేక తేడాలు వున్నప్పటికీ, వీటి అన్నింటి మూలసూత్రము ఒక్కటే. బేటర్ రిక్మినర్స్ వద్దనున్న ఎలక్ట్రానుల స్థితిజశక్తి శీఘ్రముగా పయనిస్తున్న ఎలక్ట్రానుల

గతిజశక్తిగా ఈ సాధనాలలో మార్చడమవుతుంది. అట్లు బయలుదేరిన ఎలక్ట్రాన్ కిరణ పుంజానికి అనిశ్చయ (Time varying) షేత్రాలకు మధ్య అన్యోన్య చర్య జరుగుతుంది

ట్యూబులో ఎలక్ట్రానులు పయనిస్తూ వున్నప్పుడు అన్యోన్యచర్య కొనసాగుతూ వుంటుంది. అన్యోన్య చర్య అనంతరము తత్సూర్యముకన్న, ఎలక్ట్రానుల శక్తి తక్కువగా వుండటంవల్ల, ఎలక్ట్రానులు కోల్పోయిన గతిజ శక్తి విద్యుదయస్కాంత షేత్రాల శక్తిగా మారుతుంది. ఈ విధంగా నిలకడ స్థితిలో ట్యూబ్ తరంగశక్తిఉత్పాదకంగా పనిచేస్తుంది. ఈ సాధనాల రూపకల్పన, ఇవి పని చేసే విధానముల వివరాలను వ్రాయడం ఇక్కడ సాధ్యం కాదు.

ఇటీవల సూక్ష్మతరంగ ఉత్పాదనకు పనికివచ్చే కొన్ని సూక్ష్మ తరంగ ఘనస్థితి సాధనాలు ( micro - wave solid state devices ) కనుగొనడం జరిగినది. వీటిలో ముఖ్యంగా చెప్పుకోదగిన సాధనాలు: IMPATT (IMPact, Avalanche, Transit - Time ) డయోడ్, TRAPATT ( Trapped, Plasma, Avalanche, Triggered Transit ) డయోడ్. టన్నల్ డయోడ్ (Tunnel diode), గన్న్ డయోడ్, (Gunn diode) ఇవి సాధారణంగా జెర్మేనియమ్, సిలికాన్, గేలియమ్ ఆర్సెనైడ్ (Gallium Arsenide) వంటి అర్ధవాహక ( Semi-Conductor ) పదార్థాలతో తయారు చేసిన p-n జంక్షన్స్. వీటి సహాయంతో సుమారు  $1 \times 10^9$  హెర్ట్స్ నుంచి  $50 \times 10^9$  హెర్ట్స్ గరిష్ట పౌనఃపున్యము కల సూక్ష్మతరంగాలను ఉత్పత్తి చేయవచ్చు.

**సూక్ష్మ తరంగాల అనువర్తనాలు :**

సూక్ష్మ తరంగాల ప్రయోగత్మక అనువర్తనాలన్నింటిలో రాడార్ ( RADAR - Radio

Detection And Ranging ) అత్యంత ప్రధానమైనది. రెండవ ప్రపంచ మహా సంగ్రామ కాలమున శత్రు విమానాల ఉనికిని, వాటి దూరాన్ని కనుక్కువడంలో ఎక్కువగా రాడార్ ఉపయోగింపబడినది. ఉత్పాదకమునుంచి వెలువడిన సూక్ష్మ తరంగ స్పందనము ( microwave pulse ) విమానము వద్దకు వెళ్ళి దాని లోహపు ఉపరితలము నుంచి పరావర్తనము చెంది వెనుకకు తిరిగి వస్తుంది. అట్లా తిరిగి వచ్చుటకు స్పందనానికి పట్టే కాలాన్నిబట్టి, విమానపు దూరాన్ని (స్పందనము కాంతివేగముతో ప్రయాణించునని తెలియును కాబట్టి), పరావర్తిత స్పందనపు దిశనుబట్టి విమానపు దిశను తెలుసుకోవచ్చు.

టెలిఫోన్, టెలివిజను, టెలిగ్రాఫ్ వ్యవస్థలందు సూక్ష్మ తరంగాలను ఉపయోగించడంవల్ల ఉపయోజనీయ పౌనఃపున్యాల రేంజి విస్తృత మౌతుంది. దీనివల్ల అధిక సంఖ్యాకమైన ఛానెల్స్ (Channels) లో సమాచారాన్ని ప్రసారం చేయడానికి వీలవుతుంది. తక్కువ సైజుగల ఆన్టెనా (Antenna) నుపయోగించి సూక్ష్మ తరంగాలను నిర్దిష్ట దిశలో సన్నటి కిరణపుంజముగా పంపడానికి వీలవుతుంది. సూక్ష్మ తరంగాల కన్న ఎక్కువ తరంగదైర్ఘ్యముకల తరంగాల నుపయోగించునెడల ఆన్టెనా సైజు చాల పెద్దదిగా ఉండాలి; కిరణము నిర్దిష్ట దిశలో ప్రసారముకాక విస్తృతమై వుంటుంది.

రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామానంతరము సూక్ష్మ తరంగాలు వివిధ శాస్త్ర పరిశోధనలలో విరివిగా వాడబడినవి. ఈ విధంగా అభివృద్ధి చెందిన శాస్త్రములలో సూక్ష్మ తరంగ వర్ణపట విజ్ఞాన శాస్త్రము (Microwave Spectroscopy) అతి ముఖ్యమైనది. ఈ శాస్త్రము అభివృద్ధి చెందడం వల్ల అనేక అణువుల నిర్మాణాన్ని గురించి చాలా క్రొత్త విషయాలు మనకు తెలిశాయి. వీటిలో

చెప్పుకోతగ్గది హైడ్రోజన్ పరమాణువు యొక్క సూక్ష్మ నిర్మాణము ( fine Structure ). ప్రతి పరమాణువును ఒక అనునాద వ్యవస్థగా మనము భావించవచ్చు. పరమాణు స్వభావాన్నిబట్టి దాని అనునాద పౌనఃపున్యము నిర్దేశిత మౌతుంది. పరమాణువుపై పతనమయిన సూక్ష్మ తరంగాల పౌనఃపున్యాన్ని క్రమంగా మార్చినట్లయితే, వాటి పౌనఃపున్యము పరమాణు అనునాద పౌనః పున్యముతో ఏకీభవించినపుడు సూక్ష్మ తరంగ శక్తి శోషణము (absorption) చెందుతుంది. పరమాణు వుల అనునాద పౌనఃపున్యాలు అత్యంత నిశ్చలంగా ఉంటాయి. కనుక వీటిని ప్రామాణిక టైమును సూచించడానికి ఉపయోగింపవచ్చు. ఈ మూల సూత్రాన్ని ఆధారంగా చేసుకొని పరమాణు గడియారాలు (Atomic clocks) తయారు చేయడమైనది. వీటిలో ముఖ్యంగా సేషియమ్ (Caesium) పరమాణువులనుగాని, అమోనియా అణువులనుగాని ఉపయోగిస్తారు.

అమోనియా మేజర్ (ammonia maser), రేడియో ఖగోళ శాస్త్రములో విరివిగావాడే ఘనస్థితి మేజర్ (Solid State maser) ను తయారు చేయడానికి దారితీసింది. ఘనస్థితి మేజర్ చాలా వరకు శబ్దరహితమైన అంప్లిఫయర్ (noiseless amplifier) గా పనిచేయడంవల్ల రేడియో ఖగోళ శాస్త్ర పరిశోధనలలో అత్యంత ప్రాముఖ్యాన్ని వహించింది. అతి సున్నితమైన సూక్ష్మ తరంగ సాధనాల నుపయోగించి, నక్షత్రములనుంచి వెలువడే

వికిరణము ( Stellar radiation ) లో హైడ్రోజన్ కు సంబంధించిన రేఖ 1420 మెగాహెర్ట్స్ వద్ద నున్నట్లు కనుగొన గలిగారు.

దట్టమైన పొగమంచుల (Thick fogs) ఉనికిని తెలుసుకోవడానికి సూక్ష్మ తరంగాలు ఉపయోగ పడటంవల్ల, నౌకా యానములోను వాతావరణ శాస్త్రములోను సూక్ష్మ తరంగాలకు ప్రాముఖ్యత కల్గినది. సూక్ష్మ తరంగాల వల్ల జనించే ఉష్ణ ప్రభావము వల్ల ఆహారాన్ని ఉడికించ వచ్చు. వైద్యశాలలలో సూక్ష్మ తరంగ ఉష్ణ వాహక యంత్రాలను (microwave diathermy machines) ఉపయోగించి రోగుల కండరముల లోఽలిభాగంలో ఉష్ణాన్ని కలుగ చేసి శరీర భాగానికి ఉపశమనము కలగ జేస్తారు. ఈ ప్రక్రియలో సూక్ష్మ తరంగాలు శరీర భాగంలోకి ప్రవేశించేటపుడు కండరపు పై భాగము వేడెక్కదు. ముద్రణ శాలలందు ఆరబెట్టడానికి (for drying) సూక్ష్మ తరంగ యంత్రాలను ఉపయోగిస్తారు.

కేంద్రక భౌతిక శాస్త్ర పరికరాలలో ముఖ్యమైన రేఖీయ త్వరణకము (linear accelerator) ను సూక్ష్మ తరంగ యంత్రముగా పరిగణింపవచ్చు. ఈ సాధనాన్ని ఉపయోగించి అత్యధిక వేగముకల కణాలను పొందగలము. ఈ కణాలశక్తి 1000 మిలియనుల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులకన్న అధికంగా ఉంటుంది. ఏ ఇతర త్వరణకముతోనైనను ఇంత అధికశక్తిగల కణాలను పొందలేము.

డాక్టరు టి. శేషగిరిరావు

## 43. మైక్రో ఎలక్ట్రానిక్స్

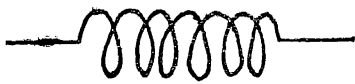
ఎలక్ట్రాన్ చలనం ఆధారంగా పనిచేసే పరికరాలకు, ప్రక్రియలకు సంబంధించిన శాస్త్ర శాఖను ఎలక్ట్రానిక్స్ అంటారు. గత మూడు దశాబ్దాలుగా ఈ శాస్త్ర శాఖలో వచ్చిన అద్భుతమైన పరిణామాల ఫలితంగా ఉద్భవించిన ఉపశాఖ 'మైక్రో ఎలక్ట్రానిక్స్'. ప్రత్యేకమైన ప్రమేయ వలయాలను రూపొందించడానికి, వాటిని సృష్టించడానికి దీనిలో ప్రాధాన్యత ఇస్తారు.

**ఆదిలో ఎలక్ట్రానిక్స్ :**

ఎలక్ట్రానిక్ వలయాల సహాయంతో ఎలక్ట్రాన్



నిరోధకము



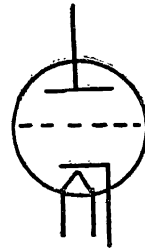
ప్రేరకము



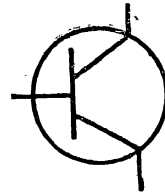
క్షమశీలి

నిష్క్రియాత్మక మూలకాలు

ప్రవాహాన్ని ( కరెంటు ) నియంత్రించే విద్యుత్ సంకేతాలను ఉత్పత్తి చేయడం, వాటిని వృద్ధి పరచడం, విద్యుత్ తరంగాల రూపురేఖలను తగు విధంగా మార్చి, సమాచారాన్ని ప్రసారం చేయడం మొదలయిన పనులు సాధింపబడుతాయి. ఈ వలయాలలో రెండు రకాలయిన మూలకాలను వాడుతారు : 1. నిష్క్రియాత్మక (Passive) మూలకాలు 2. క్రియాత్మక (Active) మూలకాలు, దిగువ పటము 1. లో వీని వివరములు కననగును.



శూన్యనాళిక



ట్రాన్సిస్టర్

క్రియాత్మక మూలకాలు

నిరోధకము, ప్రేరకము, క్షమశీలి నిష్క్రియాత్మక మూలకాలు. నిరోధకము ఏకాంతర ఋణ విద్యుత్ ప్రవాహాలను ఒకే విధంగా నిరోధిస్తుంది. ఇది శక్తినిష్టాన్ని సూచిస్తుంది. తీగచుట్టను ప్రేరకము అంటారు. విద్యుత్ ప్రవాహపు మార్పును ఇది వ్యతిరేకిస్తుంది. అందువలన ఏకాంతర ప్రవాహాన్ని ఎక్కువగా నిరోధిస్తుంది. రెండు వాహకాలమధ్య విద్యుత్ బంధకము (Dielectric) ఉన్నమూలకాన్ని క్షమశీలి అంటారు. ఇది విద్యుత్తును నిల్వచేస్తుంది. దీని సహాయంతో వలయా లలో ఋణ విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఆరికట్టి, ఏకాంతర విద్యుత్తును మాత్రమే ప్రవహింప చేయ వచ్చును. ఈ మూడు మూలకాలను తగురీతిని కలిపి విద్యుత్ తరంగాల ఆకృతిని మార్చవచ్చును.

విద్యుత్ ప్రవాహం కలుగ చేయడానికి, దాని నియంత్రణకు క్రియాత్మక మూలకాలను వాడుతారు. అదిలో శూన్య నాళికలను ( Vacuum Tubes ) క్రియాత్మక మూలకాలుగా వాడేవారు. శూన్య నాళికలో టంగ్స్టన్ తీగను వేడిచేసి తత్ఫలితంగా జనించే విద్యుత్ప్రవాహాన్ని నియంత్రణ చేస్తారు. టంగ్స్టన్ తీగను వేడిచేయడానికి గణనీయమైన శక్తి ఖర్చు అవుతుంది. పెద్దసైజు, అల్ప ఆయు ర్థాయము, ఎక్కువ ఖరీదు, నమ్మకంగా పని చేయకపోవడం వంటి కారణాలవల్ల శూన్య నాళిక లను వాడి నిర్మించిన కంప్యూటర్ వంటి సంక్లిష్ట వలయాల నిర్వహణలో చిక్కులు ఎదుర్కోవలసి వచ్చింది. శూన్య నాళికలకు బదులు ట్రాన్సిస్టర్లను వాడి పైన పేర్కొన్న చిక్కులను శాస్త్రజ్ఞులు అధిగమించారు.

### అర్థ వాహకాలలో విద్యుత్ వహనం :

లోహాలు మంచి విద్యుత్ వాహకాలు. వీటిలో వహనానికి అవసరమైన స్వేచ్ఛాయుత ఎలక్ట్రానులు పుష్కలంగా ఉంటాయి. గాఢ, రబ్బరువంటివి విద్యుత్ బంధకాలు. వీటిలో స్వేచ్ఛాయుత ఎలక్ట్రా

నులు బహుస్వల్పముగా ఉంటాయి. మాధ్యమికంగా స్వేచ్ఛాయుత ఎలక్ట్రాను ఉండే జెర్మెనియం, సిలి కాన్ వంటి పదార్థాలను అర్థవాహకాలు అంటారు. ట్రాన్సిస్టర్ల తయారీలో వీటిని వాడుతారు. ఈ పదార్థాలలో విద్యుద్వాహకాలైన ఋణ, ధన విద్యుత్ కణాలను వేడిచేయనవసరం లేకుండానే స్పటిక నిర్మితితో రూపొందించవచ్చు.

సిలికాన్ పరమాణువులోని బాహ్య కర్పరంలో, నాలుగు ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి. ఈ నాలుగు ఎలక్ట్రానులను నాలుగు హస్తాలుగా భావింపవచ్చు. ప్రతిఎలక్ట్రాను తన ఇరుగు పొరుగు పరమాణువుయొక్క బాహ్య కర్పరంలోని ఎలక్ట్రాన్ తో కలిసి బంధం ఏర్పరచుకొంటుంది. ఈ విధంగా సిలికాన్ స్పటిక నిర్మాణం జరుగుతుంది. ఈ నిర్మితిలో ఎలక్ట్రానులు పరమాణువులకు గట్టిగాబంధింపబడి ఉండటంవలన విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావంలో కూడా వహనం జరుగదు.

కాని స్పటికంలోని ఒక సిలికాన్ పరమాణు వుకు బదులుగా బాహ్యకర్పరంలో ఆరు ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్న ఫాస్ఫరస్ ను ప్రవేశపెడితే, నాలుగు ఎలక్ట్రానులు మాత్రమే నిర్మితిలో ఇముడుతాయి. ఐదవ ఎలక్ట్రాన్ స్వేచ్ఛగా కదల వీలవుతుంది. అంటే మాలిన్య పదార్థం ఒక ఎలక్ట్రాన్ ను దానంచేసిందన్న మాట. అందువలన పదార్థానికి వహనశక్తి వస్తుంది. ఈ విధంగా స్వల్ప మాలిన్య పదార్థాలను అర్థ వాహకాలకు కలిపే ప్రక్రియను డోపింగ్ అంటారు. ఎలక్ట్రానులను దానంచేసే మాలిన్య పదార్థంగల అర్థవాహకాన్ని n- రకం అర్థవాహకం అంటారు. వీటిలో విద్యుద్వాహనం ముఖ్యంగా ఎలక్ట్రానులవల్ల జరుగుతుంది.

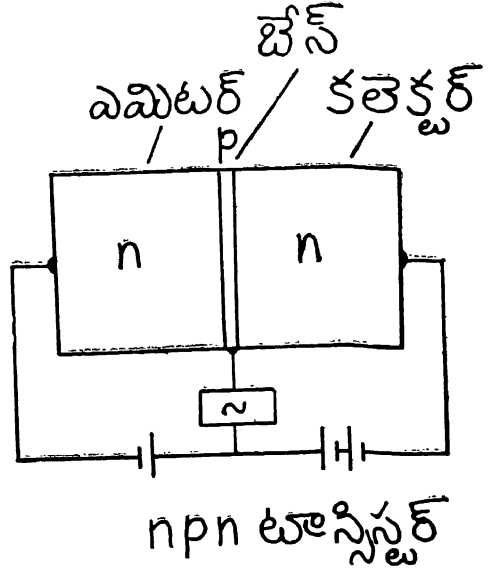
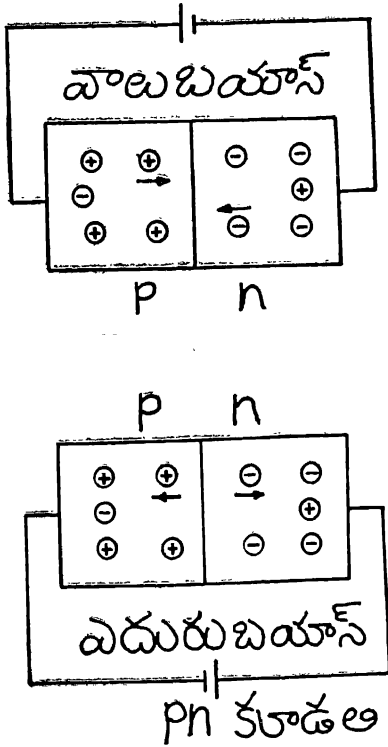
బాహ్య కర్పరంలో మూడే ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్న బోరాన్ వంటి మాలిన్య పదార్థాన్ని సిలికాన్ తో ప్రవేశపెడితే సిలికాన్ బోరాన్ లమధ్య ఒక బంధం ఖాళీగా వుంటుంది. ఈ ఖాళీని లేదా “ఎలక్ట్రాన్ లేమిని” హోల్ అంటారు. ఎలక్ట్రాన్

వలెనే హోల్ కూడా విద్యుద్విహనంలో పాల్గొంటుంది. విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావంలో పరిసర పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్, హోల్ ను భర్తీ చేయ ప్రయత్నిస్తుంది. అప్పుడు ఆ ఎలక్ట్రాన్ స్థానంలో హోల్ ఏర్పడుతుంది. ఈ విధంగా ఎలక్ట్రానులు హోల్ ను నింపుతున్నప్పుడు ఎలక్ట్రానులకు వ్యతిరేక దిశలో హోల్ ప్రయాణం జరుగుతుంది. హోల్ కు ఎలక్ట్రాన్ లను స్వీకరించే లక్షణం ఉండటంవలన ధనకణంగా భావించవచ్చు. హోల్ లుగల సిలికాన్ ను p-రకం అర్ధవాహకం అంటారు.

p-n కూడలి : డయోడ్ :

మాలిన్య పరమాణువులను పవేశపెట్టి ఒకే అర్ధవాహకంలో p, n రకాల పొరలు ప్రక్కప్రక్కనే ఏర్పడేటట్టు చేయవచ్చు. p, n పొరల కూడలివద్ద

హోల్, ఎలక్ట్రానుల ప్రవర్తన ఆధారంగా ట్రాన్సిస్టర్లు, డయోడ్ లు పనిచేస్తాయి, ఒక p-n కూడలిని డయోడ్ అంటారు. దీనికి వహనశక్తి ఒక దిశలో చాలా ఎక్కువగాను వ్యతిరేక దిశలో స్వల్పంగాను ఉంటుంది. p చివర ధనాత్మకంగాను, n చివర ఋణాత్మకంగాను ఉండేలా బ్యాటరీ కలిపితే (దీనిని వాలుబయాస్ అంటారు) p ప్రాంతంలోని హోల్ లు n- ప్రాంతంలోని ఎలక్ట్రానులు కూడలివైపు ప్రవహిస్తాయి. అంటే వాలుబయాస్ పరిస్థితులలో డయోడ్ విద్యుద్వాహకంగా పనిచేస్తుంది. ఇప్పుడు బ్యాటరీ కొనలను త్రిప్పి కలిపితే (ఎదురు బయాస్ అంటారు) వహనకణాలు రెండూ కూడలి నుంచి వ్యతిరేక దిశలో ప్రయాణం చేస్తాయి. అంటే విద్యుత్ ప్రవహించదు.





ఈ విధంగా p-n కూడలి వాలుదిశలో వహనంగాను, ఎదురుదిశలో బంధకంగాను పనిచేస్తుంది. ఈ ధర్మం ఆధారంగాను చేసుకొని ఏకాంతర విద్యుత్తును(AC) ఋజు విద్యుత్తుగా (DC) మార్చవచ్చు.

### ట్రాన్సిస్టర్ - వలయాల లఘీకరణం :

రెండు p పొరల మధ్య n రకం పొర ఉన్నా లేదా, రెండు n-p పొరల మధ్య p పొర ఉన్నా, ఆ సాధనాన్ని ట్రాన్సిస్టర్ అంటారు. మధ్య పొరను బేస్ అని, ఒకవైపు ఉన్న పొరను ఎమిటర్ అని, రెండవ వైపువున్న పొరను కలెక్టర్ అని, వ్యవహరిస్తారు. ఈ మూలకంలో రెండు కూడలులు ఉంటాయి.

ట్రాన్సిస్టరును వాడటవృద్ధు ఎమిటర్ - బేస్ కూడలిని వాలుదిశలోను, కలెక్టర్ - బేస్ కూడలిని ఎదురు దిశలోను బయాస్ చేయాలి. npn ట్రాన్సిస్టరులో వాలుబయాస్ వల్ల ఆధిక సంఖ్యలో ఎలెక్ట్రాన్లు ఎమిటర్ నుంచి బేస్ ప్రాంతంలోకి ప్రవహిస్తాయి. బేస్ చాలా పలుచగా ఉంటుంది. అందువలన ఎలెక్ట్రాన్లు బేస్ ప్రాంతంలో ఆగక, బేస్ - కలెక్టరు కూడలివైపు సాగిపోతాయి. కలెక్టరు ధనాత్మకంగా ఉండటంవలన అది ఎలెక్ట్రాన్లను ఆకర్షిస్తుంది. బేస్ ప్రాంతంలో కొద్దిపాటి ఎలెక్ట్రాన్లు హోల్లతో కలుస్తాయి. అందువలన బేస్-ఎమిటర్ల మధ్య స్వల్ప విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంటుంది. మిగిలిన ఎలెక్ట్రాన్లు అన్ని, కలెక్టర్ను చేరుతాయి. ఎమిటర్ నుంచి కలెక్టర్కు ప్రవహించే విద్యుత్తు పరిమాణం బేస్ మందం మీద, ఎమిటర్ - బేస్ బయాస్మీద ఆధారపడుతుంది. ఎమిటర్ - బేస్ బయాస్ను కొద్దిగామార్చి - తక్కువ ప్రవాహం కలుగజేసే బలహీన సంకేతాల వలనైనా సరే - కలెక్టర్ ప్రవాహంలో ఎక్కువ మార్పులు చేయవచ్చు. అంటే వృద్ధికరణం సాధించవచ్చు. ట్రాన్సిస్టర్కుగల ఈ వృద్ధికరణ ధర్మమే ఎలెక్ట్రాన్

నిక్స్ శాఖలోవచ్చిన విప్లవాత్మకమైన పరిణామాలకు మూలం.

ట్రాన్సిస్టర్ను 1947లో జాన్ బార్డిన్, మిలియమ్ షాక్లీ, బ్రచేన్ అను శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. దీనికి పీరు 1956లో నోబెల్ బహుమతి పొందారు. ట్రాన్సిస్టర్ ఆవిష్కరణతో ఎలెక్ట్రానిక్స్ శాస్త్రంలో ఒక నూతన శకం లఘీకరణ (miniaturisation) శకం ఆరంభమయినది.

ట్రాన్సిస్టర్లు పరిమాణంలో చాల చిన్నవి. శూన్య నాళికలో వెయ్యవవంతు ఉంటాయి. ఇవి పని చేయడానికి ఎక్కువ శక్తి ఖర్చుకాదు. అందువలన వాటి దక్షత ఎక్కువ. ఖరీదు తక్కువ. సమ్మతంగా పని చేస్తాయి శూన్య నాళికలు పని చేయడానికి 200-300 వోల్టులు కావాలి. కాని ట్రాన్సిస్టరులు 6-9 వోల్టులతోనే పని చేస్తాయి. ఫలితంగా వలయాలలో వాడే యితర మూలకాల సైజును కూడా తగ్గించ వీలైంది. అందువలన మిలియన్ల సంఖ్యలో మూలకాలు వుండే కంప్యూటర్ల వంటి సంక్లిష్ట వ్యవస్థలను తక్కువ సైజులోను, చవకగాను తయారు చేయ వీలైంది. ట్రాన్సిస్టర్లే లేకపోతే రోదసీ పరిశీలనలో ప్రగతి సాధ్యమయ్యేది కాదు. శూన్య నాళికలను వాడి తయారుచేసే వలయాలను సప్లయి చేయవలసినవస్తే విద్యుచ్ఛక్తి జనకాల బరువు రోదసీ నౌకలు మోయలేనంతగా ఉంటుంది. అభివృద్ధి చెందుతున్న దేశాలలో సహితం సామాన్య మానవుడు రేడియోను వాడ గలగడానికి కారణం ట్రాన్సిస్టర్లే.

సమాకృత వలయాలు - అతిలఘీకరణము  
(Integrated circuits - Micro miniaturisation)

ట్రాన్సిస్టర్ల వాడకం వలన ఎలెక్ట్రానిక్ పరికరాల సైజు, ఖరీదు, ఎంతగానో తగ్గించ వీలైంది. కాని మిలిటరీ వ్యవస్థలలోను. రోదసీ పరిశోధనలలోను

వాడే పరికరాల సైజును మరింతగా తగ్గింప వలసిన అవసరం ఏర్పడింది. శాస్త్రజ్ఞుల కృషిఫలితంగా వలయాల అతిలఘీకరణం సాధ్యం అయింది. ట్రాన్సిస్టర్లను, నిరోధకము, క్షమశీలి వంటి మూలకాలను విడివిడిగా తయారుచేసి వాటిని తగు విధంగా కలిపి వలయాలను రూపొందించే పద్ధతికి శాస్త్రజ్ఞులు స్వస్తి చెప్పారు. అవసరమైన మూలకాలను, వాటిని కలిపే తీగలను ఒక చిన్న సైజు సిలికాన్ రేకుమీద (Wafer) చెక్కి వలయాలను రూపొందించే పద్ధతులను శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టారు. అట్టివలయాలను సమాకలిత వలయాలు (Integrated circuits) అంటారు. ఒక వెయ్యి మూలకాలు ఉన్న వలయాన్ని 3 mm × 3mm సైజు సిలికాన్ రేకుమీద చెక్కవచ్చు, ఫలితంగా వలయాల సైజు, బరువు, ఖరీదు కూడా చాల తగ్గాయి. ఒక ట్రాన్సిస్టరు ఖరీదుకే 20 ట్రాన్సిస్టర్లు ఉన్న సమాకలిత వలయాన్ని కొనవచ్చు. సమాకలిత వలయాలను, భవనాల నిర్మాణంలోవాడే కాంక్రీటుపోతతో పోల్చవచ్చు. కాంక్రీట్ కనుగొనక పూర్వం వేర్వేరు యిటుకలను తయారుచేసి గానుగ సున్నం (Mortar) వాడి వాటిని కలిపేవారు. కాని కాంక్రీటు పోతపోసి తేలికైన పెద్దసైజు, సంక్లిష్టమైన కట్టడాలను రూపొందించవచ్చు, ఇదే విధంగా సంక్లిష్ట వలయాలను ఒకే రేకుమీద రూపొందించవచ్చు.

**వలయాలను సమాకలితం చేయడం :**

p లేదా n మాలిన్యంగల సిలికాన్ ఏకస్పటికం నుంచి కోసిన రేకుమీద సమాకలిత వలయాలను చెక్కు (Engrave) తారు. ఈ రేకును అధస్తరము (Substrata) అంటారు. సమాకలిత వలయాలలో చాలా మూలకాలు ఉంటాయి. కాని సౌలభ్యం కోసం ఒక npn ట్రాన్సిస్టరును మాత్రమే ఇక్కడ పరిశీలిద్దాము.

p రకం అధస్తరాన్ని వేడిచేసి ఆక్సిజన్ వాతావరణంలో ఉంచితే దానిపైన సిలికాన్ డైఆక్సైడ్ రక్షణ పొర ఏర్పడుతుంది. ఫలితంగా పటము 3aలో చూపబడిన నిర్మాణం ఏర్పడుతుంది (చూ : ప్రక్కపుట). ఫోటోగ్రాఫిక్ పద్ధతి ద్వారా కలెక్టర్ ఏర్పరచవలసిన ప్రదేశంలో రక్షణపొరను తీసివేసి (3b) ఆ ప్రదేశంలో n రకం మాలిన్యాన్ని వ్యాపింప చేయాలి. రేకు వేడిగా ఉండగానే ఆక్సిజన్ వాతావరణంలో ఉంచితే రక్షణపొర (3c) ఏర్పడుతుంది. దీనిని కలెక్టరుగా వాడవచ్చు. బేస్ ఏర్పరచవలసిన ప్రదేశంలో రక్షణ పొరను నిర్మూలించి (3d) అక్కడ p రకం మాలిన్యాన్ని వ్యాపింపచేసి మరల రక్షణపొరను (3e) ఏర్పరచాలి. ఎమిటర్ ఏర్పరచవలసిన ప్రదేశంలో మరల రక్షణ పొరను నిర్మూలించి (3f) అక్కడ n రకం మాలిన్యాన్ని వ్యాపింపచేసి తిరిగి రక్షణ పొరను (3g) రూపొందించాలి. అప్పుడు మనకు కావలసిన npn ట్రాన్సిస్టరు ఏర్పడుతుంది. అవసరమైన ప్రదేశాలలో ఆక్సైడ్ రక్షణ పొరను తీసివేసి అల్యూమినియం స్పర్శలను (3h) ఎ్పాటుచేయాలి. ఇదే విధంగా అధస్తరం మీద వివిధ మూలకాలను రూపొందించి వాటిని తగురీతిని కలిపి సమాకలిత వలయాలను ఏర్పాటు చేస్తారు.

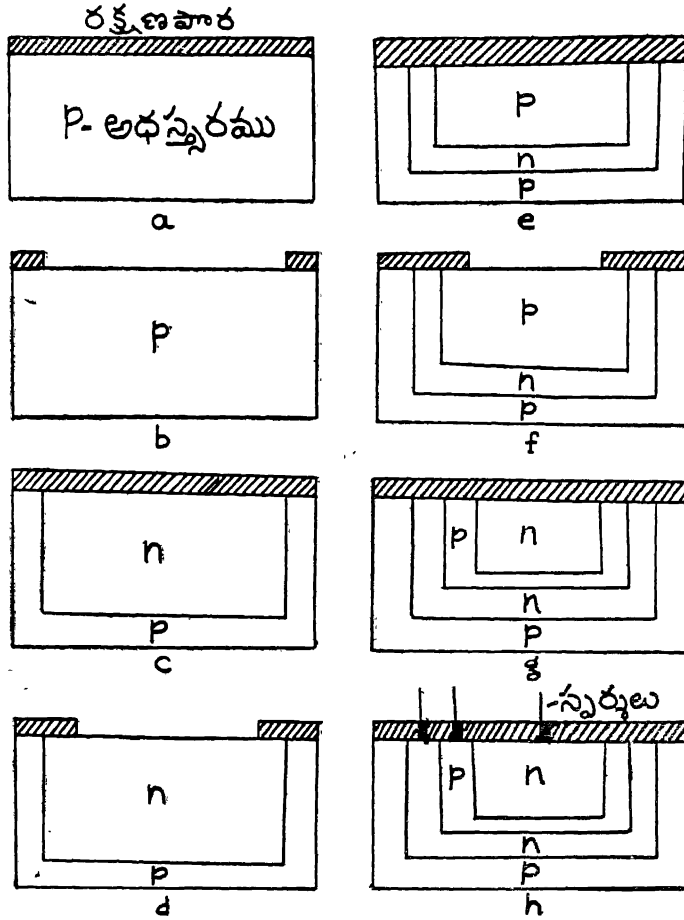
**సమాకలిత వలయాల అనువర్తనాలు :**

సమాకలిత వలయాల ఆవిష్కరణతో ఎలక్ట్రానిక్ పరిశ్రమలో నిష్ణవాత్మకమైన మార్పులు వచ్చాయి, వీటిలో కొన్నింటిని మాత్రమే ఇక్కడ ఉదహరించడం జరుగుతుంది.

ఇంతకు పూర్వము గణన యంత్రాల (Calculators)ను యాంత్రిక లేదా విద్యుత్ యాంత్రిక సూత్రాల ఆధారంగా నిర్మించేవారు. వీటిసైజు ఎక్కువ. ఇవి త్వరితంగా లెక్కలు కట్టలేవు. యాంత్రిక భాగాలు తరచుగా పాడవుతుంటాయి. ఎలక్ట్రానిక్ సూత్రాలు ఆధారంగా

పనిచేసే యంత్రాలలో ఈ చిక్కులు ఉండవు. ట్రాన్సిస్టర్లను యితర మూలకాలను విడివిడిగా వాడి రకపు యంత్రాలను నిర్మించడానికి చాల

ఎక్కువ ఖర్చు అవుతుంది. కాని సమాకలిత వలయా లను వాడి చిన్న నైజు, తేలికైన, ఎలక్ట్రానిక్ గణన యంత్రాలను చవుకగా, నేడు తయారుచేస్తున్నారు.



పటము 3.

వైద్య పరికరాలలో వాడటానికి ఈ వలయాలు చాల అనువుగా ఉంటాయి. ఈ వలయాలను వాడి రోగి పరిస్థితులు-ఉష్ణోగ్రత, నాడి, రక్తపుపోటు మొదలయినవి-ఆటోమేటిక్ గా రికార్డు చేస్తున్నారు. ఈ సమాచారానికై సమాకలిత వలయాలతో నిర్మించిన కంప్యూటర్లను ఉపయోగించి రోగనిర్ధారణ చేస్తున్నారు. నరాలను, సరిగా పనిచేయని హృదయ కండరాలను ఉత్తేజపరచడానికి వాడే పరికరాలలో

సమాకలిత వలయాల ఉపయోగం ఎంతగానో ఉంది.

పారిశ్రామిక నియంత్రణలోను, విమానాలలోను, మోటారుకార్లలోను, రోదసి నౌకలలోను వివిధ రకాల ఎలక్ట్రానిక్ యంత్రాల దక్షతను ఎక్కువ చేయడానికి మైక్రోఎలక్ట్రానిక్స్ ఉపయోగపడుతుంది.

**ఆచార్య స. వేం. సుబ్రహ్మణ్యం**

## 44. గ డి యా రా లు

గడియారం కాలవ్యవధులను కొలిచే పరికరము. కాలాన్ని ఎంత ఖచ్చితంగా సూచిస్తే గడియారం వలన అంత ఉపయోగం వుంటుంది. మనం మామూలుగా టైమ్ ఎంత? అని ప్రశ్నించినపుడు కొన్ని సెకనులు అటూ ఇటూగా కాలం తెలిస్తేచాలు. మనంవాడే చేతి, గోడ గడియారాలు ఒకసెకన్ అటూ ఇటూగా కాలాన్ని సూచిస్తాయి. పరుగు పందేలలో కాలాన్ని కొలవడానికి ఇవి అంతగా ఉపయోగ పడవు. ఇట్టి సందర్భాలలో కనీసం సెకన్లలో పడవ వంతు వరకు ఖచ్చితంగా కాలం తెలియాలి. ఆపు గడియారాలను వాడి, అట్టి కాల వ్యవధులను టెక్కు కట్టవచ్చును. ప్రయోగశాలలో ఇంత కంటే ఖచ్చితంగా కాలాన్ని కొలవవలసిన సందర్భాలెన్నో ఉంటాయి. వీటిని దృష్టిలో ఉంచు కొని శాస్త్రజ్ఞులు ఎలక్ట్రాన్, పరమాణు గడియారాలను రూపొందించిరి ఇవి పని చేసే సాధనాలను ఇక్కడ తెలుసు కొందాము.

**సంప్రదాయ సిద్ధంగావాడే గడియారాలు :**

కాలాన్ని కొలిచే ఏ వ్యవస్థలోనైనా ఒక ఆవర్తన ప్రక్రియ - ఒక నిర్దితకాలంలో మరల, మరల సంభవించేది - కావాలి. ఉదాహరణకు రాత్రింబవళ్లు మరల, మరల సంభవిస్తాయి. ఒక రోజు మధ్యాహ్న సమయం నుంచి మరుసటి రోజు మధ్యాహ్న సమయం వరకు గడచిన కాలాన్ని సౌర దినం అంటారు. ఇక్కడ కాలాన్ని సూచించడానికి వాడే ప్రమాణం రోజు; పరిభ్రమించే భూమి ఆవర్తన పరికరము. భూమి సూర్యుని చుట్టు తిరగడానికి పట్టేకాలము సంవత్సరము. ఈ విధంగా భూభ్రమణము, పరిభ్రమణము ఆధారంగా కాలాన్ని కొలవవచ్చు. భూమి సూర్యునిచుట్టు దీర్ఘవృత్తా భాస కక్ష్యలో తిరుగుతూ ఉండటంవల్ల అన్ని పౌర

దినాలు ఒకే కాలవ్యవధి కలిగి వుండవు. అందు వలన సంవత్సరంలోని అన్ని సౌరదినాల సగటు కాలవ్యవధిని మార్గమిక సౌరదినంగా పరిగణిస్తారు.

భూమిని గడియారంగావాడి టెక్కు గట్టగలిగిన కాలవ్యవధి ఒక దినము ( రోజు ). తక్కువ కాల వ్యవధులను సూచించడానికి వీలుగా రోజును 24 గంటలుగానూ, గంటను 60 నిమిషాలుగానూ, నిమిషాన్ని 60 సెకనులుగాను విభజించడం జరిగింది. ఇంతటి తక్కువ వ్యవధులను కొలవడానికి సామాన్యలోలకపు క్రమచలనాన్ని ఉపయోగించ వచ్చునని ప్రఖ్యాత శాస్త్రవేత్త " గెలిలియో " సూచించారు. ఉదాహరణకు ఒక మీటర్ పొడవు గల సామాన్య లోలకం రోజుకు 48,200 సార్లు కంపిస్తుంది. అంటే దాని ఆవర్తన కాలం రెండు సెకనులు. లోలకం డోలనాలు ఆగిపోకుండా దానికి శక్తిని సరఫరా చేయడానికి ఒక ఏర్పాటు (స్ప్రింగ్), కాలవ్యవధిని సూచించడానికి చక్రముల అమరిక (ఎస్కేప్ మెంట్), లోలకపు గడియారాలలో ఉంటాయి.

చిన్న సైజు గడియారాలలో లోలకాలను వేలాడ తీయ వీలుండదు. అందువల్ల ఒక ఇరుసు చిన్న స్ప్రింగ్ సహాయంతో ఊగే చక్రాన్ని ఆవర్తన పరికరంగా వాడుతారు. దీనిని తూగు చక్రము ( Balance Wheel ) అంటారు. ఈ రకం గడియారాలలో కూడా ఎస్కేప్ మెంట్ ఏర్పాటు ఉంటుంది.

మనం ఇంట్లోవాడే కొన్నిరకాల గోడగడియారాలలో సెకనుకు 50 సార్లు ఆవర్తనాలుచేసే A. C. విద్యుత్తును వాడుతారు. ఈ గడియారాలలో ఒక ప్రత్యేకమైన చిన్న సైజు మోటారు ఉంటుంది. దీనిని సమకాలిక మోటారు అంటారు.

ఈ మోటారు ఆవర్తన కాలం దీనికి సప్తజేసే విద్యుత్ ఆవర్తనకాలంతో సమంగా ఉంటుంది. దీనిలో తిరిగే ఇరుసు, గడియారముల్లును నడిపే గియర్ లకు సంధానం చేయబడి ఉంటుంది.

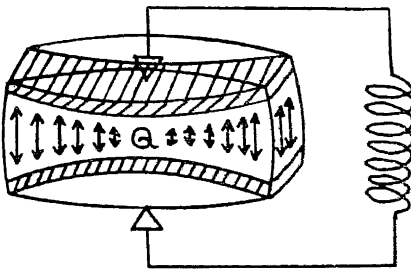
కాలాన్ని ఖచ్చితంగా సూచించడానికి ఆవర్తన పరికరపు చలనం క్రమబద్ధంగా ఉండాలి. భూ పరిభ్రమణం క్రమంగా లేకపోవడం వల్ల మాధ్యమిక సౌరదినం నిర్వచించ వలసి వచ్చింది. అదేవిధంగా తోలకపు గడియారాలలోని తోలకపు పొడవు ఉష్ణోగ్రతలో మారుతుంది, అందువలన అది సూచించే కాలవ్యవధులు కూడ మారుతూ వుంటాయి. ఉష్ణోగ్రతపు ప్రభావాన్ని తగ్గించడానికి ఉత్పత్తి దారులు తగు ఏర్పాట్లు చేస్తారు. ఖచ్చిత మైన గడియారాలకు ఉండవలసిన మరొక ముఖ్య లక్షణం ఆవర్తన కాలం తక్కువగా ఉండటం; అంటే తక్కువ వ్యవధిలో చలనం ఎక్కువ సార్లు వున్నా వృతం కావాలి.

### ప్రత్యేకమైన గడియారాలు :

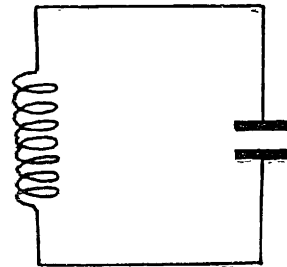
కాలాన్ని ఖచ్చితంగా కొలిచే ప్రయత్నంలో శాస్త్రజ్ఞులు నూతనంగా రూపొందించిన గడియారాలు విద్యుత్, పరమాణు, కేంద్రక బలాలు ఆధారంగా పని చేస్తాయి. ఎలక్ట్రానిక్ శాస్త్రంలో సాధించిన ప్రగతి మూలంగా 30 మిలియన్ సంవత్సరాల కాలాన్ని ఒక సెకన్ ఆటూ ఇట్లాగా సూచించడానికి వీలయ్యే పరికరాలు రూపొందాయి. అట్టి పరికరాలలో కొన్నింటిని ఇక్కడ పరిశీలిద్దాము.

#### a. స్పటికశిల గడియారం (Quartz Clock)

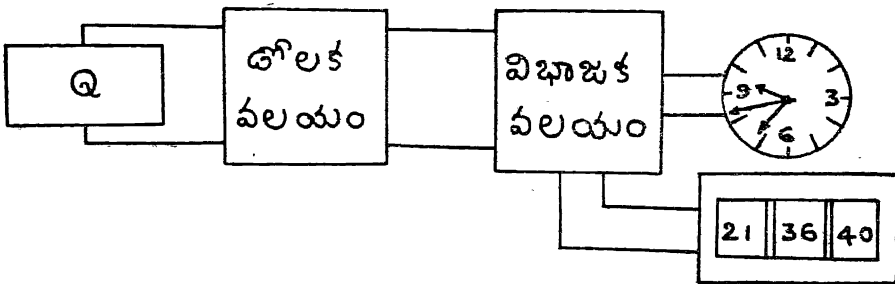
మనం ఇంట్లలో వాడే గడియారాలలో కొన్ని విద్యుత్ ఆధారంగా పని చేస్తాయని ఇదివరలో తెలుసుకొన్నాము. ఈ గడియారాల ఖచ్చితపు దనము వాటికి సప్త జేసే విద్యుత్తు పౌనఃపున్యపు స్థిరత్వం మీద ఆధారపడుతుంది విద్యుత్ పౌనః



కంపించే స్పటికశిల



విద్యుత్ డౌలక వలయం



పటము 1.

పున్యము స్థిరంగా వుంటానికి సమైదారులు ప్రయత్నిస్తారు. అయినా ప్రమాణాలుగా వాడటానికి అనువైన బిచ్చితపుదనం వాడికి వుండదు. స్పటికశిలను ఆవర్తన పరికరంగా వాడి విద్యుత్ పౌనఃపున్యాన్ని స్థిరంగా వుండేలా చేయవచ్చు.

స్పటికశిలకు ఒక ప్రత్యేక లక్షణం ఉంది. ఏ కాంతర విద్యుత్ను అందించి నప్పుడు అది కంపిస్తుంది. కంపన పౌనః పున్యము ఏకాంతర విద్యుత్ పౌనః పున్యంతో సమానంగా వుంటుంది. సహజాంశము బట్టి స్పటికశిలకు ఒక సహజ పౌనః పున్యం ఉంటుంది. ఆ పౌనఃపున్యం వద్ద అది బాగా కంపిస్తుంది. ఇతర పౌనఃపున్యాల వద్ద కంపన పరిమితి చాలా తక్కువగా ఉంటుంది. దాదాపు కంపించదనే అనుకోవచ్చు.

గడియారాలలో వాడే స్పటికశిల పౌనఃపున్యం సాధారణంగా 100 KH<sub>2</sub> ఉంటుంది. ఈ పౌనః పున్యంగల విద్యుత్తును ఉత్పత్తి చేసే డోలక వలయానికి స్పటికశిలను కలిపి నప్పుడు అది ఎక్కువ పరిమితిలో కంపిస్తుంది. స్పటికశిల కంపించడానికి కావలసిన శక్తిని విద్యుత్ డోలకా వలయం సరఫరా చేస్తుంది.

స్పటికశిల సహజ పౌనఃపున్యం చాలా స్థిరంగా ఉంటుంది. కాలవిద్యుత్ డోలకం పౌనఃపున్యం మారుతూ ఉంటుంది. ఇలా మారినప్పుడు స్పటికశిల విద్యుత్తు పౌనఃపున్యాన్ని తన సహజ పౌనః పున్యానికి దగ్గరగా 'లాగు' తుంది. వలయం స్పటికశిలకు కావలసిన శక్తిని అందిస్తుంది; స్పటికశిల తనకు సరఫరా అయ్యే విద్యుత్ పౌనః పున్యాన్ని స్థిరంగా ఉండేలా చూస్తుంది.

స్పటికశిలచే స్థిరీకృతమైన పౌనఃపున్యాన్ని విభజక వలయాలను వాడి 50 H<sub>2</sub> వరకు తగ్గించి సమకాలిక మోటారుచే నడుపబడే గడియారాలకు అందిస్తారు. పౌనఃపున్యం చాల స్థిరంగా ఉండటం

వల్ల స్పటికశిల గడియారం మిలియన్లతో ఒక భాగం  $\left(\frac{1}{10^6}\right)$  కంటే ఎక్కువ తప్పు పోదు.

స్థిరీకరణం చేసిన విద్యుత్తుతో గోడ గడియారాలను నడపడానికి బదులు ట్రాన్సిస్టర్ వలయాలను వాడి గంటలు, నిమిషాలు, సెకన్లను అంతెలలో చూపే డిజిటల్ గడియారాలను నేడు తయారు చేస్తున్నారు.

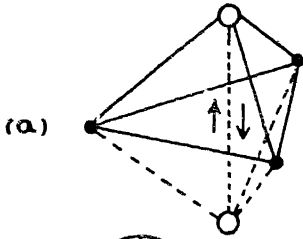
## b. పరమాణు గడియారాలు :

పటము 2aలో చూపబడినట్లు (చూ: ప్రక్కపుట) అమోనియా అణువు పిరమిడ్ ఆకారం కలిగి ఉంటుంది. ఆధారత్రిభుజం మూడు చివరలా మూడు ఉదజని పరమాణువులు ఉంటాయి. సత్రజని పరమాణువు ఆధార త్రిభుజానికి ఇరువైపులా ఉండే శిఖర స్థాయిల మధ్య ఒక ప్రత్యేకమైన పౌనః పున్యంతో కంపిస్తుంది. ఈ పౌనఃపున్యం విలువ 23, 870 MH<sub>2</sub>. అంటే సత్రజని పరమాణువు సెకన్కు 23, 870, 000,000 సార్లు కంపిస్తుంది. అమోనియా వాయువుకు తగు శక్తిని సరఫరా చేస్తే అది శక్తిని శోషణ చేసుకుని, ఈ పౌనఃపున్యం వద్ద కంపిస్తుంది; మనం ఉయ్యాలను ఊపేటప్పుడు జరిగే ప్రక్రియే ఇక్కడ జరుగుతుంది. ఉయ్యాల ఒక డోలకం వంటిది. పొదవును బట్టి దానికి ఒక సహజ పౌనఃపున్యం ఉంటుంది. దాని సహజ పౌనఃపున్యంతో సమమైన పౌనఃపున్యంతో ఊపితే ఉయ్యాల మనం అందిచ్చిన శక్తిని శోషణ చేసుకొని బాగా ఊగుతుంది.

అమోనియా అణువులను ఆవర్తన పరికరంగా వాడి మొదటి పరమాణు గడియారాన్ని నిర్మించేరు. అమోనియా గడియారంలో రెండు లోలకాలు ఉంటాయి. ఒకటి స్పటికశిల, రెండవది అమోనియా వాయువు. అమోనియా సహజ కంపనాలను ఉపయోగించి స్పటికశిల గడియారపు దోషాన్ని సవరించవచ్చు, స్పటికశిలను వాడి ఎలక్ట్రిక్ గడియారపు దోషాలను సవరించినట్లు.

మొదట స్పటిక శిలను ఒక పౌనఃపున్యం (f) దగ్గర కంపిం చేయాలి. ఈ పౌనఃపున్యాన్ని పూర్ణ సంఖ్యతో మెచ్చిస్తే ఆమ్మోనియా అణువు సహజ పౌనఃపున్యంతో సమంగా వుండాలి.

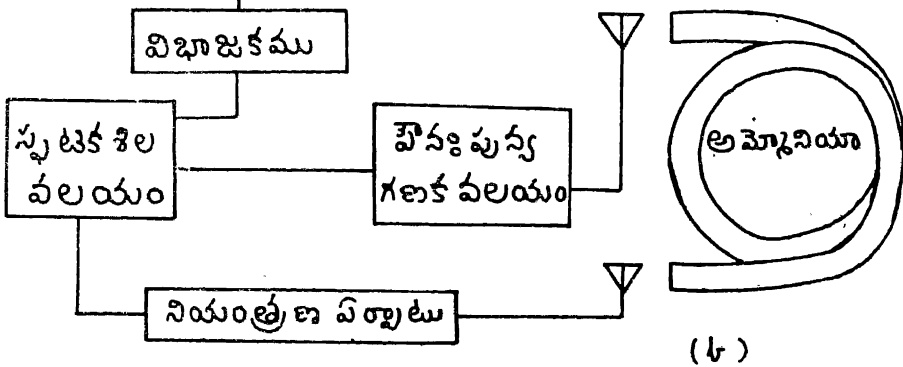
ప్రత్యేక వలయాలను వాడి స్పటికశిల కంపనాలను ఆమ్మోనియా సహజ పౌనఃపున్యంతో సమాన విలువగల రేడియో తరంగాలుగా మార్చాలి. ఈ రేడియో తరంగాలను ఏరియల్ డ్వారా



(a) ఆమ్మోనియా అణువు



గడియారం



(b)

పటము 2.

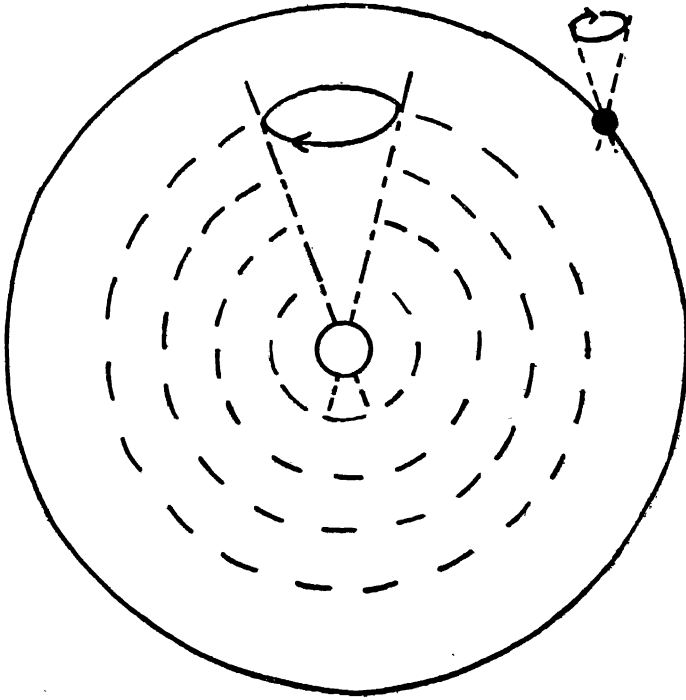
ఆమ్మోనియాతో నిండిన ఒక గొట్టం చివర అందిస్తారు. ఈ తరంగాల పౌనఃపున్యం ఆమ్మోనియా సహజ పౌనఃపున్యంతో ఏకీభవిస్తే, వాయువు తరంగాలను పూర్తిగా శోషణ చేస్తుంది. ఫలితంగా గొట్టం రెండవ చివరనుండి రేడియో తరంగాలు వెలువడవు. స్పటికశిల వలయంలో మార్పులవల్ల తరంగ పౌనఃపున్యం తన పౌనఃపున్యంతో ఏకీభవించక పోతే ఆమ్మోనియా తరంగాలను శోషణ చేయదు. అందువలన గొట్టం రెండవ చివర రేడియో తరంగాలు వెలువడుతాయి.

ఈ తరంగ శక్తిని ఉపయోగించి స్పటిక శిల వలయంలోని దోషాలను సరిదిద్దవచ్చు. ఈ విధంగా స్పటికశిలవలయపు పౌనఃపున్యాన్ని స్థిరంగా ఉండేలా చేసి ఆ పౌనఃపున్యాన్ని విభజించి, సమకాలిక మోటారు గల గడియారాన్ని నడుపవచ్చు. ఈ రకం గడియారం బిలియన్లలో రెండు భాగాల వరకు కాలాన్ని ఖచ్చితంగా తెలుపుతుంది. ఇంత కంటే ఎక్కువ ఖచ్చితంగా కాలాన్ని సూచించే గడియారాన్ని సీజియమ్ పరమాణువు కంపనలు ఆధారంగా రూపొందించవచ్చు.

c సీ జి యమ్ గ డి యా ర ము :

సీజియమ్ పరమాణువులో బరువైన కేంద్రకం చుట్టూ 54 ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయి. వీటిలో 54 ఎలక్ట్రాన్లు పూర్తిగా నిండిన కక్ష్యలలో అమరి ఉంటాయి. ఒక్క ఎలక్ట్రాన్ మాత్రం చిట్ట చివరి కక్ష్యలో ఉంటుంది. ఈ భ్రామక ఎలక్ట్రాన్ ఒక ఆయస్కాంతం వలె పని చేస్తుంది. పూర్తిగా నిండిన కక్ష్యలలోని ఎలక్ట్రాన్ల ఫలిత ఆయస్కాంతత్వం శూన్యం అవుతుంది. భ్రామక కేంద్రకం కూడా ఒక ఆయస్కాంతం వలె పని చేస్తుంది. అందువలన సీజియమ్ పరమాణువులో రెండు ఆయస్కాంతాలున్నట్లు మనం ఊహించవచ్చు. ఈ ఆయస్కాంత షేత్రాల దిశలు కణాల భ్రామక దిశల మీద

ఆధారపడుతాయి. కేంద్రకము, ఎలక్ట్రాన్ ఒకే భ్రామక దిశ కలిగి ఉండవచ్చు; లేదా అవి వ్యతిరేక దిశలలో భ్రమణం చేస్తూ ఉండవచ్చు. కేంద్రకము, ఎలక్ట్రాన్లు ఒకే భ్రామక దిశ కలిగి వున్నప్పుడు పరమాణువు ఒక శక్తి స్థాయిని కలిగి వుంటుంది భ్రమణాలు వ్యతిరేక దిశలలో జరుగుతున్నప్పుడు పరమాణువు వేరొక శక్తి స్థాయిని కలిగి వుంటుంది. ఈ రెండు శక్తి స్థాయిల మధ్య సీజియమ్ పరమాణువు నెకనుకు 9,192,000,000 సార్లు మారుతూ ఉంటుంది. అంటే దాని పౌనఃపున్యం 9,192 MHz. అందు వలన ఈ పౌనఃపున్యం గల విద్యుదయస్కాంత షేత్రానికి గురిచేసినపుడు సీజియమ్ పరమాణువులు



(3a)

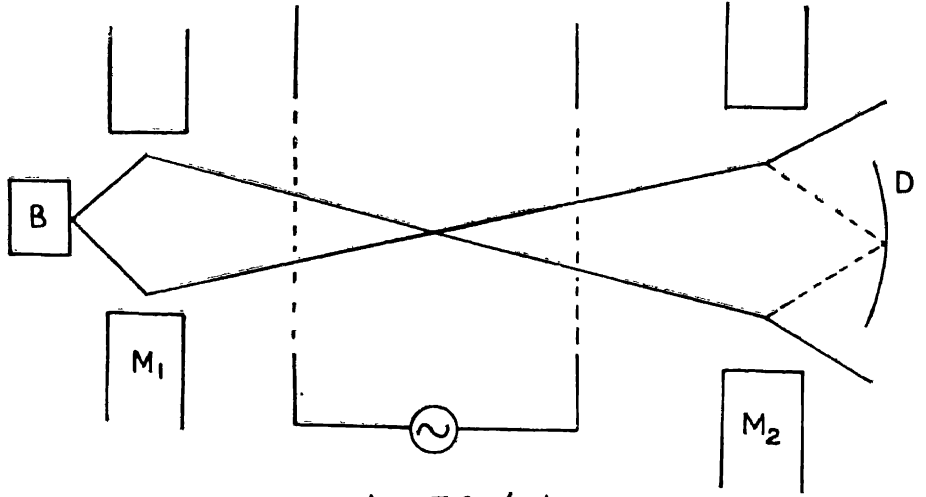
పటము-31a.



ఒక స్థాయినుంచి రెండవ స్థాయికి మారుతాయి. ఈ దృగ్విషయం ఆధారంగా సీజియమ్ గడియారం పనిచేస్తుంది.

పటము 9 b లో చూపిన పరికరాలన్నీ శూన్య ప్రదేశంలో ఆమరి ఉంటాయి. సీజియమ్ ను బట్టి B లో వేడిచేస్తారు. అప్పుడు రెండు శక్తి స్థాయి

లలో ఉండే పరమాణువులు వాయురూపంలో బట్టి నుంచి వెలువడుతాయి.  $M_1$ ,  $M_2$  లు ఆయస్కాంతాలు. వీటిమధ్య ప్రదేశంలో రేడియో షేత్రం ఏర్పాటుకు వీలైన ఎలక్ట్రోడ్లు ఉన్నాయి. రేడియో షేత్రంలేనప్పుడు సీజియమ్ పరమాణువులు  $M_1$ ,  $M_2$  ల ప్రభావంవల్ల రెండు విడి పథాలను అను



విద్యుత్ షేత్రము

(3 a)

పటము-9b

సరించి డిటెక్టర్ D ని చేరకుండా అవస్థనం చెందుతాయి. అప్పుడు 9,192  $MHz$  పౌనఃపున్యంగల విద్యుత్ దయస్కాంత షేత్రాన్ని  $M_1, M_2$  ల మధ్య గల ప్రదేశంలో ఏర్పరిస్తే పరమాణువులు తమ శక్తి స్థాయిలను పరస్పరం మార్చుకుంటాయి. ఫలితంగా  $M_2$  ప్రభావంవల్ల రెండు రకాల పరమాణువులు, డిటెక్టర్ D ని చేరేలా, అవస్థనం చెందుతాయి. అప్పుడు డిటెక్టర్ లో విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది. ఈ డిటెక్టర్ ప్రత్యేకమైన ఏర్పాటు ద్వారా స్పటికశిల వలయానికి కలిపి వుంటుంది. డిటెక్టర్ విద్యుత్ ప్రవహించి నప్పుడు ఈ ఏర్పాటు పని చేయదు. రేడియోషేత్ర పౌనఃపున్యము సీజియమ్ సహజ

పౌనఃపున్యంతో ఏకీభవించనప్పుడు శక్తి స్థాయిల మధ్య మార్పు జరుగదు. ఫలితంగా పరమాణువులు D ని చేరవు. విద్యుత్ ప్రవహించి నప్పుడు D కి స్పటికశిలకు మధ్య గల ఏర్పాటు పని చేస్తుంది. దీని సహాయంతో స్పటికశిల వలయంలోని దోషాలను సరిదిద్ద వచ్చు. ఈ విధంగా సరిచేసిన స్పటికశిలవలయపు పౌనఃపున్యాన్ని విభాజ వలయాలద్వారా 50  $MHz$  వరకు తగ్గించి సమకాలిక మోటారు సహాయంతో పని చేసే గడియారాన్ని నడుపవచ్చు.

సీజియమ్ గడియారము చాల ఖచ్చితంగా పని

చేస్తుంది. మూడు వందల సంవత్సరాలలో ఒక సెకన్ కంటే ఎక్కువ తప్పు పోదు.

**పరమాణు గడియారాల ఉపయోగం :**

మూడు వందల సంవత్సరాలలో కాలాన్ని ఒక సెకన్ అటూ ఇటుగా సూచించే గడియారాల ఉపయోగం ఏమిటి అనే సందేహం చాలా మందికి కలుగ వచ్చు. ఈ రకం గడియారాలను వాడి కాలానికి, ఖచ్చితమైన ప్రమాణాలను రూపొందించవచ్చు. ప్రస్తుతం కాలానికి, పొడవుకు వేరు వేరు ప్రమాణాలను వాడుతున్నారు. పరమాణు గడియారాలను వాడి ఈ రెండింటికీ పరస్పర సంబంధం ఉండేలా చేయవచ్చు.

భూభ్రమణం క్రమంగా ఉండదు. దీనికి భూమి అంతర్భాగములో ద్రవీభవన స్థితిలోని ద్రవ్య చలనము కారణమని శాస్త్రజ్ఞులు భావిస్తున్నారు. పరమాణు గడియారాలను వాడి భూభ్రమణాన్ని ఖచ్చితంగా కొలవవచ్చు.

తంగా కొలచి భూమి అంతర్భాగంలోని ద్రవ్య చలనపు రీతులను అర్థం చేసుకోవచ్చు.

మౌలికమైన పరమాణు పరిశోధనలలో ఈ రకపు గడియారాల ఉపయోగం ఎంతగానో ఉంది. వీటిని వాడి అణువుల, పరమాణువుల, కేంద్రకముల కంపన, భ్రమణ, పౌనఃపున్యాలను మరింత ఖచ్చితంగా కొలవవచ్చు.

సాపేక్షతా సిద్ధాంతం ప్రకారం భూమినుంచి దూరంగా ప్రయాణించేసే విద్యుదయస్కాంత తరంగాల పౌనఃపున్యం తగ్గాలి. ఈ విషయాన్ని పరమాణు గడియారాలు ఉపయోగించి పరిశోధించవచ్చు. ఈ విధంగా విశ్వమును గురించి మనకు తెలియని విషయాలన్నింటినో పరమాణు గడియారాల సహాయంతో తెలుసుకోవచ్చు.

**అచార్య :** స. వేం సుబ్రహ్మణ్యం

## 45. అల్ప ఉష్ణోగ్రత భౌతిక శాస్త్రము

(Low Temperature Physics)

పదొమ్మిదవ శతాబ్దపు విజ్ఞానశాస్త్ర మన విజయాలలో అల్ప ఉష్ణోగ్రత సాధన ఒక ముఖ్యం శము. సాధారణ ఉష్ణోగ్రతలందు ద్రవ్యం ఉష్ణీయంగా కల్లోల పరిస్థితిలో వుంటుంది. అల్ప ఉష్ణోగ్రతలందు, ఈ కల్లోలం తగ్గి, ద్రవ్యం విచిత్ర భౌతిక ధర్మాలను ప్రదర్శిస్తుంది. ఇట్టి విచిత్ర ప్రవర్తనే ఈ శాస్త్రాన్ని ఒక అద్భుతమైన విజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగంగా మలచింది. 'ద్రవీకరణం అన్ని వాయువులందు సాధ్యమా?' అనే ప్రశ్న ఈ శాస్త్ర భాషనలకు ప్రథమ సోపానము. శాస్త్రజ్ఞులు సంపీడనము, శీతలీకరణము, ఉపయోగించి వాయువులద్రవీకరణానికి ప్రయత్నించారు. ఈ పద్ధతిలో ద్రవీభవించిన అమ్మోనియా, క్లోరిన్, కార్బన్ డయాక్సైడ్ తయారు

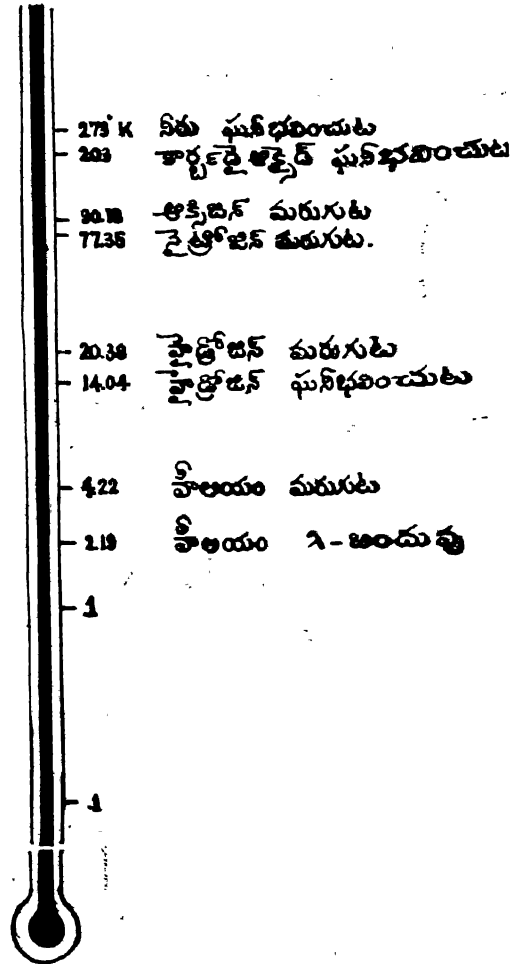
చేయడం జరిగింది. కాని యీ పద్ధతి ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ లవంటి శాశ్వత వాయువుల ద్రవీకరణలో విఫలమైంది. ప్రతి వాయువుకు ఒక సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత వుంటుందని ఎంత పీడనమైన ఆట్టి ఉష్ణోగ్రత కల్గివున్న వాయువును ద్రవీభవింప చేయలేదని తెలిసింది. కాబట్టి వాయువు ఉష్ణోగ్రతను శీతలీకరణం ద్వారా సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత కన్నా తగ్గించాలని, తరువాతనే సంపీడనం వలన ద్రవీకరణం జరుగుతుందని తేలింది. ఈ విధంగా కామర్లెంగ్ ఆనెస్ అను డచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు 1908లో లై డెన్ లో హీలియం ద్రవీకరణం సాధించాడు శాస్త్రజ్ఞులు సాధించిన శీతలీకరణం మూలంగా ద్రవీభవించిన చివరి వాయువుదే. వాతావరణ పీడనం వద్ద ద్రవీభవించిన

హీలియం ఉష్ణోగ్రత 4.2°K అంతకన్న అల్ప ఉష్ణోగ్రతలు కూడా ప్రత్యేక పద్ధతుల ద్వారా సాధించబడ్డాయి. అందులో ఒక విధానం పరిశీలిద్దాము. ఇందు వాయువు ముందుగా, సంపీడనానికి గురి అయి వెచ్చబడుతుంది. శీతల తాపకంలో అమర్చబడిన నాళిక ద్వారా పంపి, వాయువుకు వచ్చిన ఈ అధిక వేడిని తగ్గించటం జరుగుతుంది. ఉదాహరణకు గాలి ద్రవీకరణలో నీటితోను, ప్రైడ్జన్ ద్రవీకరణలో ద్రవీభవించిన గాలితోను, హీలియం ద్రవీకరణలో ద్రవీభవించిన ప్రైడ్జన్ తోను శీతలీకరణం జరుగుతుంది. ఇలా సంపీడనకు, శీతలీకరణానికి లోనైన వాయువునకు సన్నని నిర్లమ నాళము ద్వారా వ్యాకోచానికి అవకాశం కల్గించి, మరింత శీతలీకరణం సాధిస్తారు. ఈ ప్రక్రియ పలు మారులు జరిగి చివరకు ద్రవీభవించిన వాయువు లభిస్తుంది. ఈ ప్రక్రియనే జౌల్-థామస్ పద్ధతి అంటారు. మరొక పద్ధతి యందు వాయువు ఒక యంత్రాన్ని నడపటం మూలంగా తన ఉష్ణశక్తిని యాంత్రిక చలన రూపంలో కోల్పోయి చల్ల బడుతుంది. ఈలాంటి యంత్రాన్ని పీటర్ కపిట్లా అనే రష్యన్ శాస్త్రజ్ఞుడు హీలియం ద్రవీకరణలో ఉపయోగించాడు.

ఉష్ణోగ్రత సాధారణంగా ఫారన్ హీట్ లేక సెల్సియస్ (శతాంశ) అనే యాదృచ్ఛిక మానాలలో తెలియజేస్తారు. కాని 1848లో లార్డ్ కెల్విన్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు అత్యద్భుతమైన పరమ ఉష్ణగతిక మానం ఒకదాన్ని ప్రవేశ పెట్టాడు. ఇందు సెల్సియస్ ప్రమాణాలనే ఉపయోగించారు. అయితే యిందలి శూన్య ఉష్ణోగ్రత యందు మాత్రము మార్పు జరిగింది. ఈ కెల్విన్ మానం కోని శూన్య ఉష్ణోగ్రతను పరమ శూన్య ఉష్ణోగ్రత [0°K] అంటారు, ఈ అత్యల్ప ఉష్ణోగ్రతను సాధించడం జరగలేదు. ఒక పదార్థం యొక్క ఉష్ణాన్ని కొల వాలంటే, అది కొంత శక్తిని పరిసరాలతో విని

మయం చేయవలె. ఆ పదార్థం అట్టి కనిష్టశక్తి కల్గి వుంటే మన ఒలా 'పరమ శూన్య ఉష్ణోగ్రత' నందు కోగలం? కాబట్టి సాధారణంగా 0°K వీలై నంత సమీపించడానికి  $[10^{-6} \text{ డిగ్రీ}]$  మాత్రమే ప్రయత్నిస్తారు. కొన్ని ముఖ్యమైన ఉష్ణోగ్రతలు దిగువ పటమునందు కెల్విన్ మానంలో గుర్తింప బడ్డాయి.

అల్ప ఉష్ణోగ్రతా శాస్త్ర అధ్యయనంలో ద్రవీభవించిన హీలియం ప్రముఖపాత్ర వహిస్తుంది.



పటము.

ద్రవ పదార్థంగా దీనికి చాల విచిత్ర భౌతిక ధర్మాలున్నాయి. శీతల తాపనగా అందుంచిన

పదార్థాలకు అభిరుచి జనకాలైన ధర్మాలను కల్గిస్తుంది. ద్రవీభవించిన హీలియంను  $4.12^{\circ}\text{K}$  నుండి  $2.19^{\circ}\text{K}$  కు చల్లబరిస్తే మరుగుట ఆగి ద్రవ ఉపరితలం గాఢమై కన్పిస్తుంది. దీని ఉష్ణోగ్రత చల్లబడుతూ వుంటుంది. ద్రవ ఉపరితలంలో పరిశీలించ దగ్గ చలనం లేకదానే, అందు తయారైన ఆవిరి ఆదృశ్యమవుతుంది ఇలాంటి స్థితిలో ఉన్న ద్రవీభవించిన హీలియంను  $\text{He II}$  అంటారు. కొంత కాలం ఈ ప్రావస్థ మన, ద్రవ, వాయు స్థితులలో ఏదోఅనే సంశయాన్ని కల్గించింది. ఇది ద్రవ్యపు మరోస్థితి (నాల్గవస్థితి) అని కొందరు, 'క్వాంటమ్ - డ్రవాహి' అని మరికొందరు తలచారు. ఈ విచిత్ర పరిస్థితి ప్రారంభమయ్యే స్థానాన్ని  $\lambda$ - బిందువు అంటారు. ఈ ప్రవర్తన ఐసోటోప్  $\text{He}^4$  యొక్క ఆభిలాక్షణిక ధర్మము. అరుదైన హీలియం ఐసోటోప్  $\text{He}^3$  కి యీ ధర్మాలు కన్పించవు. అంటే  $\text{He}^3\text{II}$ కు ప్రావస్థ లేదన్నమాట. ఇలా ఒక మూలకము యొక్క రెండు స్థిర ఐసోటోప్లు వేరువేరు ధర్మాలను కల్గి ఉండటం ఒక విశేషం.

పరమ శూన్య ఉష్ణోగ్రతకు కొన్ని డిగ్రీల పేరలో లోహాలు తమ సరోధకమును కోల్పోవడం [అతివాహకత్వము] మరో అద్భుతమైన దృగ్విషయము. ప్రతి లోహానికి ఇట్టి స్థితిమారే ఆభిలాక్షణిక ఉష్ణోగ్రత ఒకటి వుంటుందని 1911 లో కామర్లింగ్ ఆనెన్ కనుగొన్నాడు. కాబట్టి ఒకసారి మొదలైన విద్యుత్ ప్రవాహము, ఆ లోహపు అతివాహకత్వ స్వభావానికి భంగం కలగనంతవరకు అలాగే సాగిపోతుంది. ఈ ఆభిలాక్షణిక ఉష్ణోగ్రతలను ప్రయోగ సాధ్యమైన పరిధిలో గల్గిన లోహాలు కనుగొన బడితే, విద్యుత్ శక్తి పంపిణీ అతి స్వల్ప శక్తి సవ్వంతో సాధ్యమవుతుంది. ఈ అతి

వాహక స్థితిలోని పదార్థాలు పరిపూర్ణ డయాఅయస్కాంత పదార్థాలుగా ప్రవర్తిస్తాయి. ఇలాంటి లోహపురేకు పరిపూర్ణ 'అయస్కాంత యవనిక'గా ఉపయోగ పడుతుంది. అతివాహకత్వం, అయస్కాంత క్షేత్రప్రభావం వల్ల ధ్వంసం కావడం గమనించదగ్గ విషయం.

అల్ప ఉష్ణోగ్రతా భౌతికశాస్త్ర అధ్యయనం రెండు విధాలుగా సాగుతుంది : 1. పరమ శూన్య ఉష్ణోగ్రతకు వీలైనంత సమీపంగా ఉన్న ఉష్ణోగ్రతలను సాధించడం 2. ఈ అత్యల్ప ఉష్ణోగ్రతలందు ద్రవ్యపు నడకని పరిశీలించడం. స్థిరోష్ణక అయస్కాంతత్వ విగ్రహీకరణ నియమము, అయస్కాంతత్వ రీత్యా పరమాణువుల కేంద్రకాల రేఖీయ దిగ్విస్థానము మొదలగునవి మొదటి కోవకు చెందిన ఫలితాలు. అతివాహకత్వం మొదలైన ఫలితాలు రెండవ కోవకు చెందినవి. అల్ప ఉష్ణోగ్రతా పరిశోధనలు మిక్కిలి ఉపయోగకరమైన ఫలితాల నిచ్చాయి. అందులో గృహవసరమైన శీలీకరణం, వాయువుల ద్రవీకరణం కొన్ని మాత్రమే. ఇలా తయారయిన కొన్ని ద్రవీభవించిన వాయువులను రాకెట్లలో ఇంధనంగా వుపయోగించటం మనకు సుపరిచితమే. ఎక్కువ తీవ్రత కలిగిన అయస్కాంత క్షేత్రాన్నిచ్చే అతివాహక అయస్కాంతాల రూపకల్పన మరొక ఫలితము. అల్ప ఉష్ణోగ్రతల సాధన, వాటి సాంకేతిక ప్రయోజనాలు ప్రజా బాహుళ్యంపై అధిక ప్రభావం కల్గి వున్నాయి. ఈ పరిశోధన లింకను ఎన్నియో ప్రయోజన కరములు, అభిరుచిజనకములు అయిన ఫలితాలను సాధిస్తాయనేది నిస్సంశయము.

డా. పూతలపట్టు జయరామ రెడ్డి

# 46. ఘన పదార్థముల విద్యుత్ వాహకత్వము

(Electrical conduction in solids)

పరిచయము :

విద్యుత్ సంబంధకమైన లక్షణములనుబట్టి. ఘన పదార్థములను వర్గీకరించవచ్చును. వాహకములు మరియు బంధకములు అనునవి పదార్థములన్నింటిలోను ముఖ్యమైన వర్గములు, లోహములు మంచి వాహకములు. ఆయానిక స్పటికములు, గాఢావంతి పదార్థములు బంధకములు. ఒక లోహమునకు వోల్టేజీని అనువర్తింప చేసినపుడు దానిగుండా ఎక్కువ విద్యుత్తు ప్రవహించును. నిర్దిష్టమైన వోల్టేజీ దగ్గర హెచ్చుతూవున్న ఉష్ణోగ్రతతో విద్యుత్ ప్రవాహపు విలువ తగ్గుతూ వుండును, కాని యిందుకు విరుద్ధముగా బంధకములలో పోల్చదగిన వోల్టేజీని దగ్గర చాలా తక్కువ విద్యుత్ ప్రవహించును. ఈ రెండింటికీ మధ్యస్థంగా ప్రవర్తించునవి అర్ధ వాహకములు. చాల తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల దగ్గర ఒక అర్ధవాహకము బంధకముగా ప్రవర్తించును. కాని నిర్దిష్టమైన వోల్టేజీ దగ్గర, పెరుగుతూవున్న ఉష్ణోగ్రతలో విద్యుత్ ప్రవాహపు విలువ పెరుగును కొన్ని లోహములను, లోహమిశ్రమములను, చాల తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల దగ్గరకు చల్లబరచినపుడు, వాని విద్యుత్ నిరోధకశక్తి అకస్మాత్తుగా శూన్యపు విలువకు పడిపోవును. ఈ దృగ్విషయమును అతివాహకత్వము అనియు ఈ ప్రవృత్తిని కనబరచు పదార్థములను అతివాహకములు అనియు అందురు.

సాంప్రదాయిక వాహకత్వపు సిద్ధాంతము:

క్రీ. శ. 1900 వ సంవత్సరమున డ్రూడే శాస్త్రజ్ఞునిచే అవిష్కృత పరచబడిన సాంప్రదాయిక వాహకత్వపు సిద్ధాంతమును పరిశీలించుము. సిద్ధాం

తములను అనుసరించి, లోహములలో నుండు సేచ్ఛాయుత ఎలక్ట్రానులను అన్నింటిని కూడా ఒక విధమైన సేచ్ఛాయుత ఎలక్ట్రాన్ వాయువుగా భావించవలెను. చలనశీలతగల ఈ ఆవేశిత కణము లన్నియు కూడా లోహములో కొంత సగటు వేగముతో క్రమరహితముగా కదలునని భావించవచ్చును. ఇట్లు కదలుచున్నపుడు తమ భారము వలన కదలలేక నిశ్చింస్థితిలో నున్న అయానులతో అభిఘాతముల నొనర్చును. 'e' విలువ గలిగిన విద్యుత్ క్షేత్రమును ప్రయోగించినపుడు రెండు అభిఘాతముల మధ్యనుండు ఎలక్ట్రానుల గమనము మారును. అభిఘాతముల మధ్య ఎలక్ట్రాను గడుపు సగటుకాలము "2T" అయినపుడు, విద్యుత్ క్షేత్రము వలన ఎలక్ట్రానులు పొందు సగటు అవసరపు వేగము "v"ని ఈ క్రింది సమీకరణము ద్వారా పొందవచ్చును.

$$v = \frac{1}{2} eE \frac{2T}{m} \quad (1)$$

e, m లు వరుసగా ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశము, మరియు ద్రవ్యరాశులు. ఈ సమీకరణమును యాంత్రిక శాస్త్ర సూత్రముల ద్వారా కూడా రాబట్ట వచ్చును. మరియు ఈ పద్ధతి వాహకత్వపు సమీకరణమును పొందుటకు దోహదపడును.

$$J = \frac{Ne^2 E T}{m} \quad (2)$$

ఈ సమీకరణములో "N" ఆవేశపూరిత వాహక కణముల సాంద్రత, "T" విశ్రామకాలము (Relaxation Time). గదిఉష్ణోగ్రతవద్ద ఈ నమూనా ఆధారముగా లెక్క కట్టిన లోహముల వాహకత్వపు విలువలు ప్రయోగ పూర్వకముగా పొందిన విలువలతో ఏకీభవించును. కాని వాహకత్వ

ఉష్ణోగ్రతల మధ్య సంబంధమును పదార్థముల, విశిష్టోష్ణములను, పారా మాగ్నెటిక్ ససెప్టిబిలిటీలను ఈ నమూనా విశదీకరించ లేకపోయినది. కొన్ని స్పటికములు ఉత్తమ వాహకములుగాను, మరి కొన్ని బంధకములుగాను ఎందుకు ప్రవర్తించునో గూడ చెప్పలేక పోయినది.

1920 వ సంవత్సరమున సోమరుఫీల్డ్ అను శాస్త్రవేత్త ఫెర్మి-డిరాక్ సాంఖ్యిక శాస్త్రాన్ని ప్రవర్తింపజేసి ఘన పదార్థములకు సంబంధించిన వాహకత్వ, ఉష్ణోగ్రతల మధ్య సంబంధమును, విశిష్టోష్ణములను, పారామాగ్నెటిక్ ససెప్టిబిలిటీలను విశద పరచెను. అయినను అన్ని విషయములలో సఫలీకృతము చెందిన ప్రస్తుత సిద్ధాంతములు వాహకత్వపు పట్టికనమూనా ఆవిష్కరణ వలన పొంద బడినవి.

**స్పటికములలో శక్తి - పట్టికల నిర్మాణము:**

స్వేచ్ఛాయుత అణువులలో ఎలక్ట్రాన్లు నిర్దిష్టమైన కొన్ని క్వాంటము స్థితులలో మాత్రమే ఉండగలవు. ఈ క్వాంటమ్ స్థితి ఉన్న ఎలక్ట్రాన్ల కొంత శక్తిని, ఆ శక్తికి సంబంధించిన మరికొన్ని ప్రత్యేక ధర్మములనూ కలిగియుండును. ఈ శక్తి స్థాయిల మధ్య అంతరము తగినంత కలిగియుండి అవి సమూహములుగా అనుర్పబడి యుండును. కాని ఆదర్శమైన స్పటికములలో ఈ శక్తి స్థాయిలు అవిచ్ఛిన్నమైన సమూహములుగా ఏర్పడుటకు ప్రయత్నము చేయును. ఈ సమూహములను శక్తి పట్టికలు అందురు. ఈ శక్తి పట్టికలు ఒకదాని నుండి ఒకటి నివీర్ణ పట్టికలచే వేరు చేయబడియుండును.

స్పటికములను ఏర్పరచుటకుగాను అణువులను సామూహికము గావించినపుడు స్వేచ్ఛాయుత అణువుల అంతర్ కర్పరాలలోగల ఎలక్ట్రానులకు (Inner shell Electrons) సంబంధించిన శక్తి స్థాయిలు సన్నని శక్తి పట్టికలుగా మారును. అణు

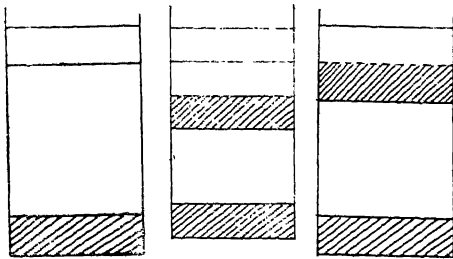
వులకు సంబంధించిన కోర్ ఎలక్ట్రానులు (core electrons) తమ ప్రతిజత మరియు పొరుగు ఎలక్ట్రాన్లతో అన్యోన్య చర్య జరుపుకొనక పోవడం వలన పై విధముగా ఏర్పడిన కోర్ పట్టిలు యిరుకుగా నుండును. ఇంకొకవైపు వివిధ అణువులకు చెందిన బాహ్య కర్పరములలోని ఎలక్ట్రానుల మధ్య జరుగు అన్యోన్య చర్య ఈ పరిశీలనలోనికి తీసుకొన దగినది.

ఇరుగు పొరుగు అణువుల బాహ్య కర్పరముల లోని ఎలక్ట్రానులు సంకరణచర్యతో అన్యోన్యముగా పంపిణీ చేయబడును. దీని ఫలితముగా సంకరణ చర్య ఎక్కువగా జరిగిన కొలది స్వేచ్ఛాయుత అణువులకు చెందిన ఎలక్ట్రానుల యొక్క శక్తి స్థాయిలు విశాలమైన శక్తి పట్టికలుగా మారును.

శక్తి పట్టికలు ఆధారముగా కొన్ని పదార్థములు ఉత్తమవాహకములుగాను, మరికొన్ని అధమ వాహకములుగాను ఎందులకు ప్రవర్తించునో విశదీకరించవచ్చును. ప్రతి ఘన పదార్థము కొన్ని ఎలక్ట్రాన్లను కలిగి యుండును. ఇచ్చట విద్యుత్ వహనమునకు కారణభూతమైన ప్రశ్న ప్రధానము. మరియు ఏ పరిస్థితులలో కొన్ని ఎలక్ట్రానులు అనువర్తింప చేసిన విద్యుత్ క్షేత్రమునందు స్వేచ్ఛాయుత ఎలక్ట్రానులుగా ప్రవర్తించును?

పటము 1 చూపినట్లు బంధకములలో శక్తి పట్టిలు ఎలెక్ట్రానులచే పూర్తిగా నింపబడిగాని లేక పూర్తిగా ఖాళీగాగాని ఉండును. మరియు వాలెన్స్ పట్టికి వాహక పట్టికి మధ్య శక్తి అంతరము చాలా పెచ్చుగా వుండును. వాహకములలో శక్తి పట్టిలు ఎలెక్ట్రానులచే పాక్షికముగా నింపబడి వుండును. అర్ధవాహకములలో శక్తి పట్టిలు పూర్తిగా నింపబడి వున్నప్పటికి వాలెన్స్ పట్టికి, వాహక పట్టికి మధ్య శక్తి అంతరము చాలా తక్కువగా వుండును. గది ఉష్ణోగ్రతల వద్ద కూడా వాలెన్స్ పట్టికలో వున్న ఎలెక్ట్రానులు ఉష్ణ శక్తిని గ్రహించి వాహక

పట్టిలోకి ఉత్తేజిత పరుపబడును. ఇందు మూలముగా అర్ధవాహకత్వము ప్రాప్తించును.



బంధకము      అర్ధవాహకము      వాహకము

పటము 1.

### సహజ అర్ధవాహకములు :

(Intrinsic Semiconductors)

జర్మేనియమ్, సిలికాన్లు సహజ అర్ధవాహకములు. ఈ అర్ధవాహకములు పజ్రమువలె ఘన ఆకారపు నిర్మాణమును కలిగి యుండును. ఈ నిర్మాణములో దిశాత్మకమైన బంధములు అన్నియు సమయోజనీయ బంధములే. అణువుల మధ్య బంధనపు దిశలో బంధీకృత ఎలక్ట్రాన్లు స్థిరముగా నున్నట్లు ఊహించ వచ్చును. నిర్మాణపరంగా పరిపూర్ణమైన ఆదర్శ స్పటికములలో ఎలక్ట్రాన్లు ఈ బంధములకు మాత్రమే పరిమితమై యుండును. ఇవి స్పటికములలో ఎటూ కదలలేవు. చాలినంత ఉష్ణశక్తిని అందజేసినపుడు అవి బంధన శక్తి నుండి విడుదల అయి స్వేచ్ఛా స్థితిలోనికి వచ్చును. భౌతిక శాస్త్ర భాషలో దీనినే ఎలక్ట్రాన్లు ఒక శక్తి పట్టిక నుండి యింకొక శక్తి పట్టికలోనికి వచ్చెనని అంటారు. అనగా ఎలక్ట్రాన్లు అత్యున్నతమైన వాలెన్స్ పట్టిక నుండి దానిపై ఖాళీగా నున్న వాహక పట్టికలోనికి స్థాన భ్రంశము నొందినవి.

ఒక అర్ధవాహకములో వాలెన్స్ పట్టికలో నుండి ఒక ఎలక్ట్రాన్ వాహక పట్టిక లోనికి మారినపుడు ఫలితముగా ఏర్పడిన ఖాళీస్థితిని ధనాత్మక హోల్ (Hole) అందురు. ఈ పరిస్థితులలో వాహక వాలెన్స్ పట్టికలలో వరుసగా ఏర్పడే ఎలక్ట్రాన్ల

హోల్ల చలనము వలన విద్యుత్ వహనము కలుగుతుంది. సహజ అర్ధవాహకములలో ఎల్లప్పుడూ వాలెన్స్ ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యకు, హోల్ల సంఖ్య సమానముగా వుండును. విద్యుత్ క్షేత్రమును అనువర్తించ చేసినపుడు ఎలక్ట్రాన్లు చలించు దిశకు వ్యతిరేక దిశలో హోల్లు చలించును.

### అపరిశుద్ధ అర్ధవాహకములు :

(Impurity Semiconductors)

ఒక అర్ధవాహకములో కొద్దిపాటి మాలిన్యమును కలుపుట వలన కలుగు విద్యుత్ ధర్మా లోని మార్పు పరిశీలిద్దాము. ఈ విధముగా స్వల్ప మాలిన్యాన్ని ఒక అర్ధవాహకమునకు కలుపు ప్రక్రియను డోపింగ్ అంటారు; దాని ఫలితంగా దూపొందే పదార్థాన్ని అపరిశుద్ధ అర్ధవాహకములు అందురు.

జర్మేనియమ్, సిలికాన్ల సంయోజకత నాలుగు. అనగా ఈ నాలుగు ఎలక్ట్రాన్లు వాలెన్స్ పట్టికకు చెందినవి. ఉదాహరణకు అయిదవ గ్రూపుకు చెందిన ఫాస్ఫరస్, ఆర్సినిక్, లేదా అంటిమోని పదార్థములను పీనికి కలుపుటను గ్రహించము. ఈలాంటి ఒక పరమాణువును సిలికాన్లో ప్రతిక్షేపించినపుడు మాలిన్యపు పదార్థమునకు చెందిన బదిలీ నాలుగు ఎలక్ట్రాన్లు మాత్రమే సిలికాన్లో నున్న నాలుగు ఖాళీలను భర్తీ చేసి వాలెన్స్ బంధముల నేర్పరచును. మిగిలిన ఐదవ ఎలక్ట్రాన్ ఏలాంటి బంధన స్థితి లోనికి ప్రవేశించదు. వాహక పట్టికలోనికి కూడా పోకుండా మాలిన్యములోని ధనావేశిత ప్రాంతము వెపుకు ఆకర్షింపబడుచుండును. ఈ ఈ రెంటి మధ్య వుండు బంధన శక్తి సుమారు 0.01 eV. చాలినంత ఉష్ణశక్తి నిచ్చి ఈ ఎలక్ట్రాన్ను వాహక పట్టికలోనికి ఉత్తేజిత పరచవచ్చును. ఈ ఎలక్ట్రాన్కు అనురూపమైన శక్తి స్థాయి, వాహక పట్టిక క్రింద, దానికి దగ్గరగా నిషిద్ధ పట్టికలో నుంటుంది. యిట్టి శక్తి స్థాయిలను దాతృ శక్తి

స్థాయిలనియు, మాలిన్యపు పదార్థపు అణువులను, పరిగ్రహిత లనియు అందురు అయిదు వాలెన్స్ ఎలక్ట్రాన్లు కలిగిన మాలిన్యపు పదార్థములు సహజ అర్ధవాహకములలో వున్నపుడు వాహక పట్టికలోని ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య వాలెన్స్ పట్టికలోని హోల్ల సంఖ్య కన్న ఎక్కువగా నుండును. ఇటువంటి వాహకములలో ఎలక్ట్రాన్లు మెజారిటీ వాహకాలు; ధనాత్మక హోల్లు మైనారిటీ వాహకాలు. విద్యుత్ ప్రవాహములో హెచ్చు భాగాన్ని ఎలక్ట్రాన్లు సమకూర్చడం వలన ఈ పదార్థములను N-రకము అర్ధవాహకములు అందురు.

జర్మేనియమ్, సిలికాన్ లాంటి నాలుగవ గ్రూపు పదార్థములలోనికి మూడవ గ్రూపుకు చెందిన బోరాన్, అల్యూమినియం వంటి మాలిన్యము లను ప్రవేశపెట్టినపుడు ప్రతి ద్వివ్యాలెంటు అణువులో ఒక ఖాళీ ఎలక్ట్రాన్ శక్తి స్థాయిని లేక హోల్ను ఏర్పరచుతుంది. పీసిలో మెజారిటీ వాహకాలు హోల్లు. ఈ పదార్థములను P- రకము అర్ధవాహకము అందురు.

### అర్ధవాహకముల వాహకత్వము :

#### Conductivity of Semiconductors

అనువర్తింపజేసిన విద్యుత్క్షేత్ర ప్రభావము వలన ఎలక్ట్రాన్లు అనిశ్చయముగా త్వరణమును పొందలేవు. అవి అభిఘాతములవలన శక్తిని కొల్పోవుచు క్రమముగా స్థిరమైన వేగమును పొందును. అవి పొందు స్థిరమైన వేగమును, పొందును. అవి పొందు స్థిరమైన వేగము, వాటిపై అనువర్తింప జేసిన విద్యుత్ క్షేత్రమునకు అనులోమానుపాతములో ఉండును. ఈరెంటిని సమాన పరచు అనులోమానుపాత గుణకమును వాని చలన శీలత 'b' mobility అందురు.

$$\therefore b = \frac{v_{\text{drift}}}{E}$$

v drift ఎలక్ట్రానులు పొందు అపసరవేగము, "E"

విద్యుత్ క్షేత్రపు విలువ. ఎలక్ట్రానుల చలనశీలతను "b<sub>e</sub>" తోను హోలుల చలనశీలతను "b<sub>h</sub>" తోను సూచింతురు. అర్ధవాహకములో ఎలక్ట్రానులును హోలులును రెండు కూడా-వాహకకణములు కావున ఆ పదార్థపు వహనపు విలువను ఇట్లు పొందుదురు.

$$\sigma = n_e e b_e + n_h e b_h$$

n<sub>e</sub>, n<sub>h</sub> లు వరుసగా ఎలక్ట్రానుల, హోల్ల ఘాత సంఖ్యలు.

### హోల్ ఫలితము :

#### Hall effect

అర్ధ వాహకములో ధనాత్మకమైన హోల్లల ఉనికిని గూర్చి ప్రయోగపూర్వకముగా హోల్ ఫలితము నిరూపించుచున్నది. ఒక దిశలో విద్యుత్ ప్రవాహమును కలిగి యున్న ఒక పదార్థమును, ప్రవాహపు దిశకు లంబముగా నున్న అయస్కాంత క్షేత్రములో నుంచినపుడు ఈ రెండు దిశలకు కూడా లంబముగా పదార్థములో పొడెన్నియల్ తేడా జనించును. ఈ ఫలితమును హోల్ ఫలితము అందురు. ఈ శక్త్య భేదమును హోల్ శక్త్య భేదము  $\epsilon_H$  అందురు. ఈ హోల్ శక్త్య భేదము పదార్థములోని ప్రవాహపు సాంద్రతకు J<sub>x</sub> మరియు అయస్కాంత క్షేత్రపు విలువకు B<sub>y</sub> అనులోమానుపాతములో నుండును.

$$\epsilon_H = R_H \cdot J_x \cdot B_y$$

ఈ సమీకరణములో R<sub>H</sub> అనునది హోల్ గుణకము. ఈ హోల్ గుణకము మంచి వాహకములలోను N-రకపు అర్ధ వాహకములలోనూ, ఋణాత్మకమైన విలువను పొందును. కాని p- రకపు అర్ధ వాహకములలో హోల్ గుణకము ధనాత్మకమైన విలువను పొందును. ఈ ధనాత్మకపు విలువ స్వభావము, ధనాత్మకమైన హోల్లల ఉనికిని ఋణపుచేయుచున్నది.

### అతి వాహకములు :

#### (Super conductors)

1911 వ సంవత్సరమున కామర్ లింగ్ డీన్స్



అను శాస్త్రవేత్త ఈ అతివాహకత్వమును గూర్చి కనుగొనెను కొన్ని లోహములలో విద్యున్నిరోధక శక్తి ఒక నిర్దిష్టమైన ఉష్ణోగ్రత వద్దనూ, స్వల్ప ఉష్ణోగ్రత వ్యవధిలోనూ, శూన్యమగును.  $4.2K^{\circ}$  వద్ద పాదరసపు నిరోధక శక్తి ఆకస్మికముగా శూన్య విలువకు పడిపోవునని అతడు పరిశీలించెను. ఈ ఆకస్మిక పరివర్తనము  $0.05^{\circ}C$  వ్యవధిలో మాత్రమే జరుగును ఈ దృగ్విషయమునకు అతివాహకత్వము అని పేరు. అయస్కాంతక్షేత్ర ప్రభావము లేకుండా ఏ ఉష్ణోగ్రత దగ్గర ఒక పదార్థపు విద్యుత్ నిరోధక శక్తి శూన్యమగునో, ఆ ఉష్ణోగ్రతను సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత  $T_c$  అందురు. చాలా పదార్థములకును, మిశ్రమ లోహములకును, సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత  $1^{\circ}K$  నుండి  $19^{\circ}K$  వ్యవధిలో నుండును.

### అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావము : (Effect Of Magnetic Fields)

ఒక పదార్థపు ఉష్ణోగ్రతను దాని సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత కంటే ఎక్కువగా నుండునట్లు పెంచి నపుడుగానీ, లేక సరిపోయినంత తీవ్రతగల అయస్కాంత క్షేత్రమును అనువర్తింప చేసినపుడు గానీ, ఆ పదార్థపు అతివాహకత్వము అదృశ్యమగును. ఒక పదార్థపు అతివాహకత్వమును అదృశ్య పరచుటకు కానీ, లేదా సామాన్య విద్యున్నిరోధక శక్తిని పునస్సంధానము చేయుటకు కానీ కావలసిన అయస్కాంతక్షేత్రమును  $H_c(T)$  చే నూచింతురు. దీనికి ఉష్ణోగ్రతతో ప్రమేయము కలదు. దీనిని సందిగ్ధ అయస్కాంత క్షేత్రము అని కూడా పిలుతురు. సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత దగ్గర సందిగ్ధ అయస్కాంత క్షేత్రపు విలువ శూన్యము అనగా  $H_c(T_c) = 0$ . ఉష్ణోగ్రతతో ప్రమేయము గల ఈ సందిగ్ధ క్షేత్రమునూ మారుచున్న ఉష్ణోగ్రతల మధ్య గీచిన గ్రాఫ్ లో లభించు వక్రమునూ పరావలయపు ఆకారములో నుండును. ఈ పరా

వలయమును క్రింది సమీకరణము ద్వారా చూపించ వచ్చును.

$$H_c = H_0 \left[ 1 - \frac{T^2}{T_c^2} \right]$$

ఈ సమీకరణంలో  $H_0$  అనునది  $0^{\circ}K$  వద్ద సందిగ్ధ క్షేత్రపు విలువ.

### మైసినిర్ ఫలితము : (Meissner Effect)

అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావాలలో ఒక అతివాహకమును చల్లి బరచినపుడు సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత దగ్గర అయస్కాంత ప్రేరణరేఖలు  $B$  బయటకు త్రోయబడునని 1935 సంవత్సరమున మైసినిర్ కనుగొనెను. దీనినే మైసినిర్ ఫలితము అందురు. అనువర్తింపజేసిన, అయస్కాంత క్షేత్రములో పరిణామమున పెద్దదైన అతివాహకము తనలో ప్రేరణ లేనట్లు  $B = 0$  ప్రవర్తించును. మ్యాక్స్ వెల్ సమీకరణముల ద్వారా ఒక అతివాహకపు ససెప్టిబిలిటీ  $K = -\frac{1}{4}\pi$  అని చూపించ వచ్చును. ఋణాత్మక సంజ్ఞ, అతివాహకము డయా అయస్కాంతపు లక్షణములు ప్రదర్శించునని తెలుపు చున్నది.

### సమస్థానీయముల ప్రభావము : (Isotope Effects)

అతివాహకముల సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత ఆ పదార్థముల సమస్థానీయముల యొక్క ద్రవ్యరాశితో మారుతుంది. మరియు సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత ఆ పదార్థముల సమస్థానీయ ద్రవ్యరాశి వర్గమాలపు వ్యుత్క్రమ రాశితో అనులోమానుపాతములో నుండును.

$$T_c \propto M^{-1/2}$$

$$T_c \cdot M^{1/2} = \text{స్థిరాంకము}$$

ఉదాహరణకు పాదరసపు సమస్థానీయపు ద్రవ్యరాశి 1.995 a.m.u నుండి 203.4కు మారినపుడు దాని

సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత  $[T_c]$   $4.185^\circ K$  నుండి  $4.146^\circ K$  వరకు మారును.

భారయంత సమస్థానీయముల ద్రవ్యరాశి జాలక కంపనములను తగ్గించును. అందువలన డిబై ఉష్ణోగ్రత కూడా సమస్థానీయపు ద్రవ్యరాశి వర్గమాలపు వ్యుత్క్రమరాశికి అనులోమాను పాతములో నుండును.

$$\theta_D \propto M^{-\frac{1}{2}} = \text{స్థిరాంకము}$$

$$K \propto \frac{T_c}{\theta_D} = \text{స్థిరాంకము.}$$

సామాన్యీకరించిన

$$T_c \propto \theta_D \propto M^{-\frac{1}{2}}$$

పై సమీకరణమును పరిశీలించినయెడల జాలక కంపనములు-ఎలక్ట్రాన్ ఫోనాన్ల మధ్య అన్యోన్య చర్యల వలన అతివాహకత్వము కలుగు చున్నదని తెలియు చున్నది

**విశిష్టోష్ణము-శక్తి అంతరము:**

(Specific Heat and Energy gap)

సామాన్య లోహములలో విశిష్టోష్ణము పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అనులోమానుపాతములో నుండును. కాని అతి వాహకములలో విశిష్టోష్ణము ఉష్ణోగ్రతతో ఈ సమీకరణమును అనుసరించి ఎక్స్పో నెన్షియలు (Exponential)గా మారును.

$$C_{es} \propto e^{-b T_c/T}$$

b ఒక స్థిరాంకము. ఎక్స్పోనెన్షియల్ రూపము లోనున్న ఈ సమీకరణము శక్తి వర్త పటములోని ఎలక్ట్రాన్లయొక్క ఆత్యల్ప శక్తి స్థాయిభూశక్తి స్థాయికి ఉత్తేజిత శక్తిస్థాయికి మధ్య నుండు శక్తి

అంతరపు ఉనికిని సూచించుచున్నది. ఉష్ణశక్తి ద్వారా శక్తి అంతరమును అధిగమించిన ఈ ఎలక్ట్రానులసంఖ్య, ఉష్ణోగ్రతయొక్క వ్యుత్క్రమనెరా శిలో ఎక్స్పోనెన్షియలుగా మారుచుండును. అతి వాహకముల ఈ శక్తి అంతరము స్వాభావికముగా బంధకముల శక్తి అంతరములకు భిన్నముగా నుండును. అతివాహకములలో ఈ శక్తి అంతరము పెరిగివాయువుతో కట్టబడియుండును. కాని బంధ కములలో యిది జాలకముతోనే కట్టబడియుండును. సిద్ధాంత రీత్యానూ, ఇతర ఫలితముల ద్వారానూ,

$$E_g \equiv 2 \Delta$$

అని నిర్ధారణ చేయబడినది.  $\Delta$  అనునది శక్తి అంతరపు పరామితి.  $E_g$  శక్తి అంతరము. చాలా ప్రయోగముల ద్వారా యీ శక్తి అంతరపు ఉనికి ఋజువైనది.

**సైద్ధాంతిక అవలోకనము :**

అతివాహకత్వము రెండు విధములైన దృక్పథ ములలో విస్తృత పరచబడినదని లండన్, పిప్పార్డ్ అను శాస్త్రవేత్తల సిద్ధాంతములు. సంబంధ రైల్స్ మునూ పెనిడ్రేషన్ డెప్తున్నా వున్నట్లు విద్యుత్ గతి శాస్త్రము ద్వారా లండన్ సిద్ధాంతము తెలియ చేయుచున్నది. కాని 1957 లో బార్దీను, కూపరు, ష్రీవరులు ప్రతిపాదించిన సూక్ష్మ సిద్ధాంతము అతివాహకములకు సంబంధించిన మరి కొన్ని పరిశీలక ధర్మములను విశదీకరించినది. ఈ సిద్ధాంతములో ఎలక్ట్రాన్ - ఎలక్ట్రాన్ల మధ్య జరుగు అన్యోన్య చర్యకు ఫోనాన్లు మధ్యవర్తులుగా తోడ్పడునని నిరూపితమైనది.

**డా: హరిబాబు**

## 47. రాడార్ - సోనార్

పరిచయము :

ఏదైన యానకంలో తరంగాలు ప్రసారం అయినప్పుడు, ప్రసార దిశలో ఏ అడ్డు లేక పోతే యానక శోషణ గుణకాన్ని బట్టి అవి కొంత దూరం ప్రసరించి పూర్తి శోషణానికి గురి అవుతాయి. ప్రసారదిశలో ఏదేని వస్తువు ఉంటే, తరంగాలు పరావర్తనం చెంది తరంగ జనకాన్ని చేరుతాయి. పరావర్తన తరంగాలను విశ్లేషణ చేయుట ద్వారా వస్తువును గుర్తించ సమాచారం తెలిసికొని, తరంగాలు జనకాన్ని చేరుటకు పట్టే కాలం (T) తెలియుట ద్వారా వస్తువు దూరం

(x) తెలుసుకోవచ్చు  $(x = \frac{cT}{2})$ . ఇచ్చట c తరంగ

(ద్రుతి) పరావర్తన తరంగ పౌనఃపున్యంలో మార్పును బట్టి ద్రాఫ్ట్ ఫలితం ఆధారంగా] వస్తువు స్థితిని తెలుసుకోవచ్చు. వస్తువు నిశ్చలంగా వున్న యెడల ప్రసార తరంగ పౌనఃపున్యం, పరావర్తన తరంగ పౌనఃపున్యం సమానంగా వుంటాయి. వస్తువు జనకానికి దగ్గరవుతూ వుంటే పరావర్తన తరంగ పౌనఃపున్యం ప్రసార తరంగ పౌనఃపున్యం కంటే ఎక్కువగా వుంటుంది. వస్తువు జనకానికి దూరమవుతూ వుంటే పరావర్తన తరంగ పౌనఃపున్యం ప్రసార తరంగ పౌనఃపున్యం కంటే తక్కువగా వుంటుంది. పరావర్తన తరంగ తీక్షణతను బట్టి వస్తువు దృఢమైనదా కాదా తెలుసుకోవచ్చు. యానకం స్వభావాన్ని బట్టి వస్తువుల ఉనికి తెలుసుకొనుటకు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను గానీ, ద్వని తరంగాలను గానీ ఈ ప్రయోగాలలో వాడవచ్చు.

విద్యుదయస్కాంత తరంగాలద్వారా గాలి లోను అంతరాళాలలోను వస్తువుల ఉనికి తెలుసు కొనుటకు నిర్మించిన వ్యవస్థ రాడార్ (Radio-

Detection And Ranging అనేదాని సంగ్రహఅక్షర స్వరూపం రాడార్ (RADAR). 1930 ప్రాంతములో బ్రిటన్, జర్మనీ, ఫ్రాన్స్, అమెరికా మొదలగు దేశాలు రాడార్ నిర్మాణాన్ని బహుళంగా చేపట్టాయి. అప్పటి వీటి నిర్మాణ ముఖ్యోద్దేశం స్వదేశాన్ని పరదేశ ఆయుధ దళాల బారినుంచి కాపాడుట. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధంలో వీటి ఉపయోగం ద్వారానే బ్రిటన్ విజయాన్ని సాధించ కల్గింది. బ్రిటన్ లో రాడార్ వ్యవస్థ నిర్మాణానికి ముఖ్య కారకుడు రాబర్ట్ వాట్సన్ వాట్.

రాడార్ పనిచేసే సూత్రం ఆధారంగా సముద్రంలో గల వస్తువుల ఉనికిని తెలుసు కొనుటకు ప్రతిధ్వని తరంగాలను ఉపయోగించి నిర్మించిన వ్యవస్థ సోనార్ (Sound Navigation And Ranging అనేదాని సంగ్రహఅక్షర స్వరూపమే SONAR). సోనార్ వ్యవస్థ నిర్మాణానికి దారితీసిన సంఘటన ముఖ్యంగా 1912 లో ఉత్తర అమెరికా కోస్తా సమీపంలో 'టైటానిక్', అనే బ్రిటిష్ నౌకకు కల్గిన దుర్ఘట. ఈ నౌక మంచుదిబ్బ నౌకదానిని ఢీకొని దానిలో గల సిబ్బందితో సహా సముద్రంలో మునిగి పోయింది. సోనార్ వ్యవస్థ నిర్మాణంద్వారా నౌకాయానం సులభతరమైంది. ఈ వ్యాసంలో రాడార్ సోనార్ల నిర్మాణం అవి పనిచేయు విధానం వాటి ఉపయోగాలు సంగ్రహంగా చర్చిద్దాం.

1

రాడార్ వ్యవస్థ :

రాడార్ వ్యవస్థలు రెండురకాలు : 1. అవిచ్ఛిన్న రాడార్ లేదా కన్స్టెంట్ రాడార్ 2. స్పంద రాడార్.

### అవిచ్ఛిన్న రాడార్ :

ఈ వ్యవస్థలో వస్తువును ఉనికిని కనుగొనుటను నిర్దిష్టమైన పౌనఃపున్యం గల అవిచ్ఛిన్న రేడియో తరంగాలను వాడుతారు. ఇచ్చట ప్రేరణద్వారా ఉత్పన్నమయ్యే రేడియోతరంగాలు, ఏకకాలంలో గ్రాహకానికి వస్తువు ఉనికి తెలియుటకై యానకం లోనికి పంపబడుతాయి. పరావర్తన రేడియో తరంగాలు గ్రాహకాన్ని చేరినప్పుడు ప్రసార తరంగ పౌనఃపున్యానికి పరావర్తన తరంగ పౌనఃపున్యానికి గల భేదం సూచిక వ్యవస్థకు చేర్చబడుతుంది. రికార్డుచేయబడిన సంకేతాల సాధారణంగా చేసుకొని, వస్తువు రాడార్ వున్న స్థలానికి దూరంగా పోతుందో లేక దగ్గరగా వస్తుందో, ఎంత వేగంతో పయనిస్తుందో తెలుసుకొనవచ్చును.

### స్పంద రాడార్ :

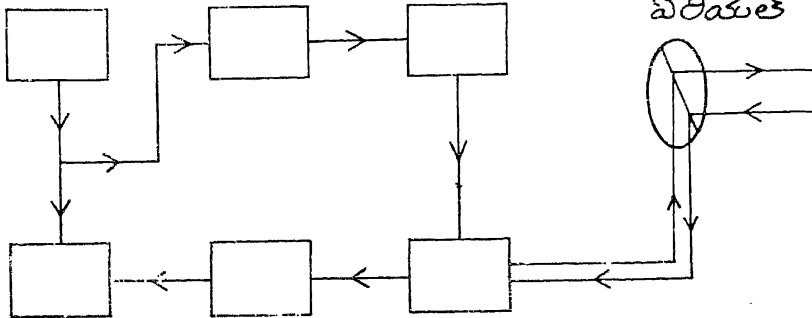
ఇది విరివిగా వాడుకలో నున్న వ్యవస్థ, ఈ వ్యవస్థలో స్పంద రేడియో తరంగాలు నిర్దిష్టతలు

రేడియో తరంగ స్పందాల ప్రసారం సెకనుకు కొన్ని వందలు మొదలుకొని కొన్ని వేలవరకు ఉంటాయి.

### పనిచేయు విధానము :

సింక్రోనైజర్ తక్కువ శక్తిగల విద్యుత్ స్పందాలను జనింపజేస్తుంది. ఈ స్పందాలు ప్రసారిణిని, సూచిక వ్యవస్థను ట్రిగ్గర్ చేస్తాయి. సింక్రోనైజర్ నుంచి వచ్చే తక్కువ శక్తిగల విద్యుత్ స్పందాలు మాడ్యులేటర్ గుండా వెళ్ళినప్పుడు ఎక్కువ శక్తిగల విద్యుత్ స్పందాలుగా వెలువడుతాయి. వీటిని ప్రసారిణి, స్పందరేడియో తరంగాలుగా మారుస్తుంది. ప్రసారిణిగా మాగ్నెట్రాన్ ను గాని, క్లెస్ట్రాన్ నుగానీ వాడుతారు. ప్రసారిణి నుంచి వెలువడే స్పంద రేడియో తరంగాలు డ్యూప్లెక్సర్ ద్వారా ఏరియల్ ను చేరి తద్వారా అంతరాళంలోకి ప్రసారం చేయబడుతాయి. అప్పుడు డ్యూప్లెక్సర్, ఏరియల్ ను ప్రసారిణి

సింక్రోనైజర్ మాడ్యులేటర్ ప్రసారిణి



సూచిక వ్యవస్థ గ్రాహకము డ్యూప్లెక్సర్  
పటము-1. స్పంద రాడార్

వ్యవధిలో ప్రసారం చేయబడుతాయి. ఈ వ్యవధి లోనే పరావర్తన రేడియో తరంగాలు గ్రాహకాన్ని చేరి, విశ్లేషణ చేయబడుతాయి. సాధారణంగా ఈ

నుంచి వేరుపరుస్తుంది. ఏరియల్, స్పందరేడియో తరంగాలను ప్రసారం చేయడమే గాకుండా, పరావర్తన స్పందరేడియో తరంగాలను కూడా

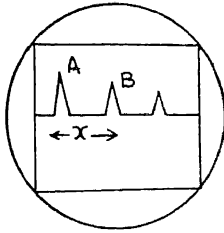
గ్రహించి గ్రాహకానికి అందిస్తుంది. చాలారకాలయిన ఏరియల్ లు వాడుకలో వున్నాయి. పరావలయ పల్లెపు ఆకృతిలో వున్న ఏరియల్ ఎక్కువగా వాడుకలో వుంది. ఈ ఏరియల్ స్పందరేడియో తరంగాలను ప్రసారం చేయునపుడు సెకనుకు పెక్కుమార్లు వృత్తాకృతిలో తిరుగుతూ వుంటుంది. దీనివలన ఎక్కువ ప్రదేశాన్ని స్కాన్ (Scan) చేయవచ్చు. గ్రాహకము ఈ పరావర్తన స్పందరేడియో తరంగాలను వృద్ధిపరచి సూచిక వ్యవస్థకు పంపిస్తుంది. సూచిక వ్యవస్థలో ముఖ్య పరికరం కంపన లేఖిని.

**సూచిక వ్యవస్థ :**

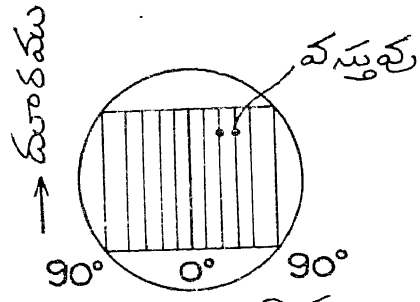
స్పంద రాడార్ సమాచారాన్ని పలువిధాలుగా

ప్రదర్శించవచ్చు. A లేఖిని (A-Scope) ని వస్తువు దూరాన్ని కొలుచుటకు ఉపయోగిస్తారు. ఇప్పుట స్పందరేడియో తరంగాలు ప్రసారమైన వెంటనే కంపన లేఖినిలోని కాంతి కిరణ బిందువు విద్యుత్ సంకేతం A ని గుర్తింపజేసి కుడివైపుకి కదలడం మొదలిడుతుంది. పరావర్తన రేడియో తరంగాలు గ్రాహకాన్ని చేరినప్పుడు కాంతి కిరణ బిందువు ఊర్ధ్వముఖంగా కదలి విద్యుత్ సంకేతం B ని గుర్తింపజేస్తుంది. ( చూడు పటం-2 ). AB ల మధ్య దూరం వస్తువు దూరాన్ని తెలియపరుస్తుంది.

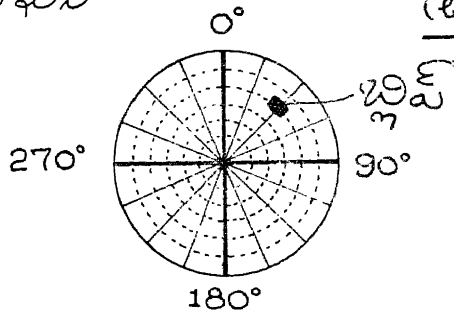
B లేఖిని (పటము-2b) ద్వారా వస్తువుదిశను,



(a) A - తేలిఖిని



(b) B - తేలిఖిని



(c) C - తేలిఖిని లేదా ప్లాన్ పొజిషన్ సూచిక వ్యవస్థ

పటము-2. సూచిక వ్యవస్థ ప్రదర్శనలు.

దూరమును తెలిసికొనవచ్చును. మూలబిందువు నుంచి కాంతికిరణం మొక్క శీర్షస్థాన భ్రంశం వస్తువు దూరాన్ని, సమాంతర స్థానభ్రంశం దిగంశీయ (azimuthal) కోణాన్ని తెలుపుతాయి.

c లేఖని ద్వారా ప్లాన్ పొజిషన్ సూచక వ్యవస్థ (Plan position Indicator) ను ఎక్కువగా రాడార్ లో ఉపయోగిస్తారు. ఇచ్చట స్పంద రేడియో తరంగాలు ఏరియల్ నుండి ప్రసారం చేయబడిన వెంటనే కంపన లేఖనిలోని కాంతికిరణ బిందుపటలం కేంద్రంనుండి కదలింపం మొదలిడు తుంది. ఈ బిందువు కదులు దిశ ఏరియల్ నుండి వెలువడే తరంగ దిశమీద ఆధారపడి వుంటుంది. వస్తువునుంచి పరావర్తనం చెందిన రేడియోతరంగం, గ్రాహకాన్ని చేరినప్పుడు కంపన లేఖనిలోని కాంతి కిరణ బిందువు కాంతివంతమైన చుక్కను ఏర్పరుస్తుంది. దీనిని బ్లిప్ (Blip) అంటారు. కంపన లేఖనిలో బ్లిప్ మాదిరిగ కనబడే వస్తువు విమానమైన కావచ్చు, సముద్రంలో పయనించే నావ అయినా కావచ్చు; లేదా, కొంత భూభాగమైనా కావచ్చు. ఏరియల్ వృత్తాకార పరిధిలో తిరుగు చుండుటచే, ప్రతిచుట్టకు ఒక బ్లిప్ ఏర్పడి మన కంటికి బ్లిప్ సెచ్చలంగా వున్నట్లు కనబడుతుంది. కంపన లేఖని పటలాన్ని ఏకకేంద్ర వృత్తాలుగా విభజించి వుంటారు. ప్రతి వృత్తవ్యాసార్థం కొంత దూరాన్ని సూచిస్తుంది. బ్లిప్ స్థానాన్ని బట్టి వస్తువు దూరాన్ని దిశనూ, బ్లిప్ స్థానంలో గల మార్పులను బట్టి, వస్తువు ఏదిశలో కదులుచున్నదీ తెలిసికొనవచ్చును (చూడు: పటము 2 c). కొన్ని సమయాలలో రాడార్ సమాచారాన్ని పట్టిలలో గాని, పేల్డ్రలలోగాని రికార్డుచేసి, తర్వాత దానిని విశ్లేషణ చేస్తారు. ఒక్కొక్కతూరి రాడార్ సమాచారాన్ని నేరుగా కంప్యూటర్ లకు అందించి వివరాలు తెలుసుకుంటారు.

(14)

### రాడార్ ఉపయోగాలు :

విమానాలను, నౌకలను కనుగొనుటకు మిలిటరీ పరిశోధక రాడార్ లను వాడుతారు. ముఖ్యంగా యుద్ధసమయాలలో శత్రువిమానాల దాడిని ముందు గానే రాడార్ ద్వారా తెలుసుకొని వాటిని ఎదుర్కొంటారు. నౌకాదళ స్థిమద్ధ రాడార్ ల సుపయోగించి ఆకాశంలో వుండే మిత్ర విమానాలను శత్రువిమానాలను కనుగొని తగుచర్య తీసుకుంటాయి. భూ నియంత్రిత రాడార్ [Ground controlled Interception Radar), నౌకా నియంత్రిత రాడార్ (ship controlled Interception Radar) లను ఉపయోగించి వైటర్ విమానాలను శత్రు విమానాల మీదికి దాడికి పంపుతారు.

సముద్రంలో భద్రతకు రాడార్ ఉపయోగం ఎంతో వుంది. నౌకలు రాడార్ వ్యవస్థను కల్గి వుంటాయి. ఈ రాడార్ ల ద్వారా పరిసర ప్రాంతములో గల ఇతర నౌకలకు సమాచారం అందజేయడానికి పీలుంది. మజ్బులలోగాని రాత్రిపు గాని ఎక్కువ వేగంలో స్థిమద్ధ ప్రయాణం చేయడానికి రాడార్ ఎంతో ఉపయోగపడుతుంది.

రాడార్ సంకేతాల ద్వారా వైలడ్ సహాయం లేకుండనే విమానాన్ని దానంతటదే దిగడానికి పీలు కల్పింపవచ్చును. రోడ్ సీయానంలో అంతరిక్ష నౌకలను గుర్తించడానికి రాడార్ తోడ్పడుతుంది. రాడార్ ద్వారా ఖగోళవస్తువుల ఉనికి గుర్తించవచ్చు. ముఖ్యంగా ఉల్కల (Meteorites) పరిమాణాన్ని, వాటి వేగమునూ, గమనదిశనూ తెలుసుకోవచ్చు. వాతావరణంలో కల్లే మార్పులను కొన్ని గంటల ముందుగానే రాడార్ ద్వారా తెలుసుకోవచ్చు. ఈ సమాచారం ముఖ్యంగా నౌకాయానానికి, సముద్రపు జౌలర్లకూ ఎంతో ఉపయోగ పడుతుంది.

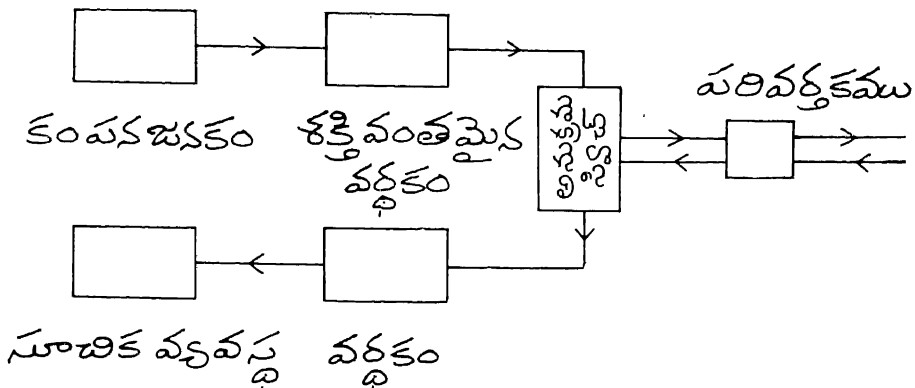
2

## సోనార్ వ్యవస్థ :

సోనార్ వ్యవస్థ నిర్మాణంలో ముఖ్యపాత్ర వహించిన శాస్త్రజ్ఞులు సర్ హిరామ్ మాక్స్వీమ్, పాల్ లాంజెవిన్. వీరు నౌకాయానంలో సముద్రంలోని వస్తువుల ఉనికిని తెలుసుకొనుటకు రాడార్ పనిచేసే విధానం దృష్టిలో ఉంచుకొని ధ్వని తరంగాలను ఉపయోగించి పరికరాలను [సోనార్లను] నిర్మించ వచ్చునని తెలిసికొన్నారు మొదటి ప్రపంచ యుద్ధంలో జర్మన్ నౌకాదళం జలాంతర్గాములను విరివిగా ఉపయోగించడంచేత వీటిని గుర్తించుట చాలా అవసరమైనది. దీనివలననే సోనార్ వ్యవస్థా నిర్మాణం బహు వేగంగా జరిగింది.

సోనార్లు క్రియాశీలములు (Active), క్రియారహితములు (Passive) అని రెండు రకాలు. సోనార్ వ్యవస్థలు, నౌకయొక్క అడుగుభాగంలో అమర్చబడి వుంటాయి. మొదట క్రియాశీల సోనార్లను గూర్చి తెలుసు కొందాం.

క్రియాశీల సోనార్లలోని భాగాలు పటము. 3 లో చూపబడినవి.



పటము - 3. క్రియా శీల సోనార్.

5 నుంచి  $15 \text{ KH}_2$  పౌనఃపున్యంగల విద్యుత్ తరంగాలను కంపనజనకం ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఇవి శక్తివంతమైన వర్ధకం ద్వారా పరివర్తకానికి అందింప బడుతాయి. పరివర్తకాలుగా ఆయస్థాత విరూపణపదార్థాలుగాని, విద్యుత్ విరూపణ పదార్థాలుగాని వాడుతారు. పరివర్తకం విద్యుత్ తరంగాలను ధ్వని తరంగాలుగా మార్చి, సముద్రంలోనికి ప్రసారం చేస్తుంది. ఇవి ఏదేని వస్తువును తాకినప్పుడు పరావర్తనంచేసి, ప్రతిధ్వని రూపంలో పరివర్తకాన్ని చేరుతాయి. వీటిని పరివర్తకం విద్యుత్ తరంగాలుగా మార్చి, వర్ధకం ద్వారా సూచిక వ్యవస్థకు అందజేస్తుంది. ప్రసారంజరుగునప్పుడు కంపన జనకం వలయంలోనికి, ప్రతిధ్వనిని గుర్తించేటప్పుడు సూచిక వ్యవస్థ వలయంలోనికి పరివర్తకము కలియునట్లు చేయుటకు అనుక్రమస్విచ్ ఉపయోగపడుతుంది.

## సూచిక వ్యవస్థ :

1. రికార్డింగు వ్యవస్థలనీ, 2. కంపనలేఖిని చిత్రవ్యవస్థలనీ 3. శ్రవణగ్రాహక వ్యవస్థలనీ సూచికవ్యవస్థలు. ముఖ్యంగా మూడు రకాలు.

## 1. రికార్డింగు వ్యవస్థ

ఇది రాడార్ లోని A-స్కాన్ కి సారూప్యము. దీని ద్వారా సముద్రపులోతు కనిపెట్ట వచ్చును సముద్రపులోతును నిలువుల(fathoms)లో చెప్తారు. 1 నిలువు = 1.82 మీటర్లు.

## 2. కంపనలేఖనీ చిత్ర వ్యవస్థ :

రాడార్ లోని B-స్కాన్ పద్ధతికి సారూప్యము అయిన పద్ధతిని ఇచ్చట ఉపయోగించి వస్తువు దూరాన్ని, అది నౌకకు దగ్గరవుతున్నదో లేదా దూరంగా పోతున్నదో అనేవిషయాన్ని తెలిసి కొంటారు. వృత్తాకార స్కానింగ్ పద్ధతి ద్వారా వస్తువు దిశ, దూరము తెలిసికొంటారు. ఈ పద్ధతి రాడార్ లోని ప్లాన్ పొజిషన్ సూచిక వ్యవస్థకు సారూప్యము.

చై పద్ధతులలో ప్రతిధ్వని ఎట్టివస్తువుద్వారా కల్గుతుందో తెలిసికొనుట కష్టము. ప్రతిధ్వనికి కారణం జలాంతర్గామియైనా కావచ్చు; లేదా పెద్ద చేపయినా కావచ్చు; లేదా సముద్రం అడుగునవున్న రాతిగట్టయినా కావచ్చు. దీన్ని తెలుసుకొనుటకు శ్రవణగ్రాహక వ్యవస్థను ఉపయోగిస్తారు. అనుభవశాలి అయిన ఆపరేటరు ప్రతిధ్వనిని విన్నప్పుడు ధ్వనిలో గల మార్పులను బట్టి వస్తువు ఎలాంటిదో గుర్తించగలుగుతాడు.

## 3. క్రియారహిత సోనార్ :

ఇందులో దిశాత్మకమైన పరివర్తకసమూహము, వర్తకము, సూచిక వ్యవస్థ ఉంటాయి. నౌకలనుంచి ఉత్పన్నమయ్యే ధ్వనులు సామాన్యంగా శ్రుతిగ్రాహ్య పరిధిలో ఉంటాయి; కనుక సూచిక వ్యవస్థగా శ్రవణగ్రాహక వ్యవస్థను వాడుతారు. అవేక్షణ సమయమందు నీటిలో వున్న పరిస్థితులను బట్టి కొన్ని వందల మీటర్ల నుంచి అనేక కిలోమీటర్ల వరకు ఈ సోనార్ యొక్క క్రియాశీలపరిధి వ్యాపించివుంటుంది.

ధ్వనిశోషణం ఇందుకు ముఖ్య కారణము. నీటిపారుదలయొక్క తాపక్రమ వ్యత్యాసం ఎంత హెచ్చుగా వుంటే, ధ్వని కిరణం యొక్క పథం అంత వికృతమైపోతుంది. అట్టి సమయంలో అతిధ్వని సంజ్ఞ, ఋజురేఖలో పయనించకుండా చల్లగావున్న పొరల వైపు వంగిపోయి వక్రరేఖలో పయనిస్తుంది. సముద్రంలోవున్న కోటానుకోట్ల సూక్ష్మజీవులచేత ఉత్పన్నమవుతున్న గాలిబుడగలు కూడా ధ్వని ప్రతిబింబకాలు. గాలిబుడగలతో సంతృప్తమైన నీటిపొరలు ధ్వని విచూషణ కారకాలుగా అతి శక్తివంతంగా పనిచేస్తాయి. క్రియారహిత సోనార్ ను ఉపయోగించేటప్పుడు, నౌక తక్కువ వేగంతో పయనిస్తే, సోనార్ దక్షత ఎక్కువ ఉంటుంది.

## సోనార్ ఉపయోగాలు :

సోనార్ లు నౌకాయుద్ధంలో ఎక్కువగా ఉపయోగపడుతాయి. నౌక ఉనికి నిగూఢంగా వుండవలసిన పరిస్థితులలో శత్రుజలాంతర్గాములను కనుగొనుటకు క్రియారహిత సోనార్ లను వాడుతారు. శత్రుజలాంతర్గాములను నాశనంచేయుటకు సిద్ధంగా ఉన్న నౌకలలో క్రియాశీల సోనార్ లను ఉపయోగిస్తారు. ఏవేని సంకేతాలను ఒక జలాంతర్గామి నుంచి మరియొక జలాంతర్గామికి పంపాలంటే, సోనార్ ఎంతో ఉపయోగపడుతుంది. ఇచ్చట దూర పరిధి దాదాపు 40 కిలోమీటర్లు. మెరకస్థలాల, మంచు దిబ్బల, మునిగి పోయిన నౌకల ఉనికిని, చేపల గుంపులను కనుగొనుటకు, సముద్ర జంతువుల ఉనికి తెలుసుకొనుటకు సోనార్ ఎంతో ఉపయోగపడుతుంది.

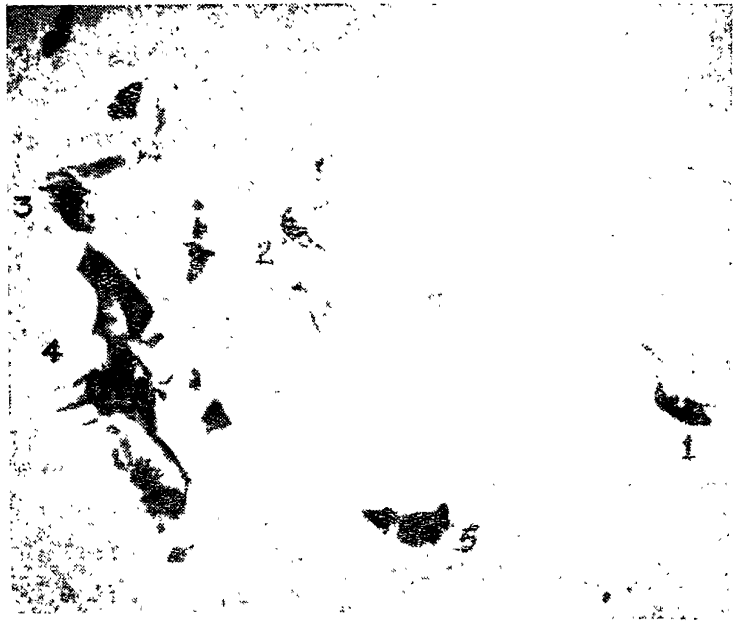
## పరిసమాప్తి :

మానవ నిర్మితమైన రాడార్ సోనార్ లు ఎలా మానవులకు సుదూర వస్తువుల ఉనికి తెలుసుకొనుటకు ఉపయోగపడుతాయో అలాగే జంతువుల పక్షుల జీవితాలలో కూడా ప్రకృతిసిద్ధంగా పదార్థాల ఉనికి తెలుసుకొనుటకు అనుకూలమైన వ్యవస్థలు అమరివున్నాయన్న విషయం మనకు తెలిసిన విషయమే.



ముఖ్యంగా గబ్బిలాల విషయంలో స్పల్లన్ జానీ (1798) పరిశోధనలు, ఈవిషయాన్ని ధృఢపరిచాయి. గబ్బిలాల దృష్టి చాలాస్వల్పం. దాదాపు గుడ్డివనే చెప్పవచ్చు. కాని గబ్బిలాలు చాలా దక్షతతో తమ ఆహారాన్ని వేటాడుతాయి (చూడు పటం-4). వేట ఆరంభంలో గబ్బిలం పటంలో కుడి

చీకటిగదులలో గబ్బిలాలు స్వేచ్ఛగా తిరగి గలవని ఆతని ప్రయోగాలు నిరూపించాయి. ఏ ఇంద్రియ జ్ఞానంతో గబ్బిలాలు అవిధంగా చలించ గలుగుచున్నాయో తెలిసికొనడానికి ఆతడు వాటి దృష్టి, వాసన, రుచి, స్పర్శ, జ్ఞానేంద్రియాల నొకదాని తరువాత ఒకటి లేకుండా చేసి ప్రయోగాలు చేసాడు.



పటము. 4. గబ్బిలపు గమనరీతి

వైపున క్రింది భాగంలో వుంది. కీటకం ఎడమవైపున పైభాగంలో వుంది. అది క్రిందికి ప్రయాణం చేస్తోంది. కీటకాన్ని పట్టుకొనే ప్రయత్నంలో గబ్బిలం ముందుకు సాగింది. కీటకానికి ఇది తెలిసి గబ్బిలం బారి నుండి తప్పించుకొనడానికి తన మార్గాన్ని మార్చింది. కాని గబ్బిలం తక్కువది కాదు. అది కూడా తన పథాన్ని మార్చి (2, 3, 4,) చివరకు 5 అంతెలో సూచించిన స్థానంలో దాన్ని పట్టుకొంది. ఈ ప్రక్రియలన్నీ 0.2 సెకనులలో జరిగినవి. గబ్బిలాలు వేటాడే సామర్థ్యాన్ని స్పల్లన్ జానీ కూలంకషంగా ఫలీలించాడు. ఎన్నో అడ్డంకులను ఏర్పాటు చేసిన

వాటి చెవులలో బిరదాలు పెట్టినపుడు అవి అడ్డంకులను తప్పించుకొని ప్రయాణం చేయలేకపోయాయి. దీనిని బట్టి శ్రవణేంద్రియం సహాయంతో గబ్బిలాలు తాము కోరిన రీతిని పయనించగలుగుతున్నాయని ఆతడు భావించాడు. గబ్బిలాలు చెవులతో చూచి కండ్లతో వింటాయా? అని ఆనాటి శాస్త్రజ్ఞులు స్పల్లన్ జానీ భావనను అపహాస్యం చేశారు.

కాని సోనార్ నిర్మాణం జరిగిన తర్వాత, గబ్బిలాలు అటువంటి వ్యవస్థనే సృష్టించుకొనినట్లుగా తున్నాయని శాస్త్రజ్ఞులు గ్రహించారు. స్పల్లన్ జానీ “గబ్బిలం సమస్య”ను అతి సున్నితమైన ఎలెక్ట్రానిక్ పరి

కరాల సహాయంతో పరిశీలించడం జరిగింది. ఫలితంగా గబ్బిలాలు శ్రవణేంద్రియం సహాయంతోనే తమ పథాన్ని నిర్ణయించుకొంటాయనే విషయం దృఢపరచడమైనది. గబ్బిలాలు ఎగిరేటప్పుడు తమనోటిని తెరచి వుంటాయి. ఎగిరే గబ్బిలాల సమీపంలో నుండిన స్పటికశిలలు విద్యుదావేశ పూరితా లవుతాయని ప్రయోగాలు సూచించాయి. అంటే గబ్బిలాలు తమనోటి ద్వారా ఆతిధ్వనులను ఉత్పత్తిచేస్తాయన్నమాట (ఆతిధ్వని పౌనఃపున్యం 10 నుండి 15 KHz వరకు వుంటుంది). ఈ ప్రయోగాలమూలంగా, గబ్బిలంలో సంపూర్ణమైన సోనార్ వ్యవస్థ నిర్మితమై వుందని తేలింది.

పైన వివరించిన ఫలితాలు ఆధారంగా పటము 4 లోని గబ్బిలం గమనాన్ని అర్థం చేసుకోవచ్చు. స్థానం 1 లోని గబ్బిలం తన సోనార్ వ్యవస్థ సహాయంతో కీటకం ఉనికిని తెలుసుకొని దాని వైపు బయలుదేరింది. ఇది కీటకానికి తెలిసింది. అంటే గబ్బిలాలు భక్షించే కీటకాలు ఆతిధ్వని సంకేతాలను గుర్తిస్తాయన్నమాట. ఇది తన మనుగడ కోసం కీటకాలు అలవర్చుకున్న రక్షణానుసరణీయత అన్నమాట. కాని గబ్బిలం తక్కువ తినలేదు. తను ఉత్పాదన చేసే ఆతిధ్వనుల పౌనఃపున్యాన్ని మార్చి కీటకాన్ని అస్తవ్యస్తం చేసింది. మొత్తం మీద కీటకాన్ని అనుసరించి స్థానం 5 వద్ద దాన్ని పట్టుకొంది.

పై వివరణ వల్ల గబ్బిలాలు అనుసరించే ప్రతిధ్వని గంభీరతా మాపక వ్యవస్థ చాలా కచ్చితమైనది, సున్నితమైనదీను, అని తెలుస్తున్నది. గబ్బిలాలు చాలా చిన్న సైజు అడ్డంకులను (0. 12 మిల్లీ మీటర్లు) కూడా గుర్తించగలవు. కాని మానవ నిర్మిత సోనార్ అంత చిన్న సైజు వస్తువులను గుర్తించలేదు. మానవుడు తాను నిర్మించిన సోనార్ వ్యవస్థను, గబ్బిలాల సోనార్ వ్యవస్థ కంటే, సున్నితంగా రూపొందించాలని ప్రయత్నిస్తున్నాడు కాని పూర్తిగా కృత

కృత్యుడు కాలేదనే చెప్పాలి. ఈ విధంగా ప్రకృతి రూపొందించిన వ్యవస్థలను మానవ నిర్మిత వ్యవస్థలతో పోల్చడం అంతభావ్యం కాదు. కాని ప్రకృతిలో రూపొందించిన సంవిధానాల విశిష్టతను ఇది సూచిస్తుంది.

రాధార్ సోనార్ వ్యవస్థలను గూర్చిన ఈ చర్చా విషయాల పరిశీలన ఈ రెండు వ్యవస్థల సారూప్యమును గోచరం చేస్తుంది. రాధార్ లోని ఏరియల్, సోనార్ లోని పరివర్తకము చేయవలసి ఒకటే. కాని సోనార్ లోని పరివర్తకం విద్యుత్ తరంగాలను ధ్వని తరంగాలుగా మార్చి, యానకంలోకి ప్రసారం చేస్తుంది, ప్రతిధ్వనిని విద్యుత్ తరంగాలుగా మార్చి సూచిక వ్యవస్థకు అందజేస్తుంది. రాధార్ లోని ఏరియల్, ప్రసారిణి నుంచి వచ్చే రేడియో తరంగాలను యథాతథంగా అంతరాళంలోకి ప్రసారం చేస్తుంది, పరావర్తన రేడియో తరంగాలను యథాతథంగా గ్రాహకానికి అందజేస్తుంది. ఇచ్చట శక్తి రూపాంతరం చెందదు.

రాధార్ లోని డ్యూప్లెక్సర్, సోనార్ లోని అనుక్రమ స్విచ్ చేయు పనులు ఒకటే. డ్యూప్లెక్సర్ ఏరియల్ నీ, అనుక్రమ స్విచ్ పరివర్తకాన్ని ప్రసార వలయం నుంచి గ్రాహక వలయంలోకి, సంకేతం ప్రసార మయిన వెంటనే, మారుస్తాయి. రాధార్ లోని సూచక వ్యవస్థ, సోనార్ లోని సూచక వ్యవస్థ దాదాపు ఒకేలా వుంటాయి. ఈ రెండు వ్యవస్థలను మిలిటరీ ఉపయోగాలకూ ఆభివృద్ధి దోహద కార్యాలకూ ఉపయోగిస్తారు. కాని సముద్రంలో గల వస్తువుల ఉనికిని తెలుసుకొనుటకు రాధార్ పనికిరాదు. దీనికి కారణం విద్యుత్ తరంగాలు నీటిలో త్వరితంగా శోషణం చెందుతాయి. అలాగే అంతరాళంలోని వస్తువుల ఉనికి తెలిసికొనుటకు సోనార్ ను సాధారణంగా ఉపయోగించరు. దీనికి కారణం ధ్వని తరంగాల వేగం కాంతివేగంతో పోల్చిన చాలా తక్కువ. అంతేకాదు; ధ్వని శోషణం నీటిలో కంటే గాలిలో ఎక్కువ.

రాడార్ సోనార్లు రెండూ మానవాభ్యుదయా  
నికి ఎంతో ఉపయోగపడుతున్నాయి. అంతరాళం  
లోని విశేషాలను కనుగొనుటకు రాడార్ ను,  
సముద్రంలోని విశేషాలను కనుగొనుటకు సోనా  
ర్ ను ఉపయోగించడం ద్వారా మనకు ప్రకృతి

రహస్యాలు తెలిసికొనుట, చాలా మటుకు పీలవు  
తున్నది.

డాక్టర్ ఎన్. మనోహరమూర్తి.

## IV

# ర సాయన శాస్త్రము

## 48. తొలి పలుకు

మానవ జీవితం పైన, నవనాగరికత పైన రసాయన శాస్త్రము యొక్క ప్రభావాన్ని గురించి విజ్ఞాన శాస్త్రం చదువుకొనే విద్యార్థులకే కాకుండా, ఇతరులకు కూడా తెలియ పరచడమే ఈ వ్యాసాల ఉద్దేశము. రసాయన శాస్త్రాన్ని గురించి శాస్త్రోక్తంగా వివరించి చెప్పడం ఈ సంపుటికి అనువైన విషయం కాదు. అయితే ఈ శాస్త్రానికి మానవ జీవితానికి కల ప్రత్యక్ష సంబంధాన్ని చూపే పదకొండు వ్యాసాలను ఇక్కడ పొందు పరచినాము.

మొదటి వ్యాసంలో పదార్థాల తత్వము, నిర్మాణము, సంఘటనము, అన్న విషయాలను గురించి చర్చించబడినది. పదార్థాలను మూలకాలు, సంయోగ పదార్థాలుగా వర్గీకరించి, వీటి నిర్మాణాలను గురించి రెండవ వ్యాసంలో వివరించినాము, లోహాలు, మిశ్రమ లోహాలు, వాటి ఉపయోగాలను, మూడవ వ్యాసం చదివి తెలుసుకోవచ్చు. నాల్గవ వ్యాసంలో గృహ నిర్మాణ వస్తువులు, వాటి రసాయన స్వభావములను, గురించి తెలిపినాము. ఎరువుల పారిశ్రామిక ఉత్పత్తి, వాటి ప్రాముఖ్యతలను, ఐదవ వ్యాసం తెలుపుతుంది. ఆరవ వ్యాసంలో నేలబొగ్గు, పెట్రోలియంల ఉత్పత్తి.

నాగరిక ప్రపంచానికి వాటి అవసరములను గురించి వివరించబడినది. దైనందిన జీవితంలో ప్రాముఖ్యత వహించే సహజ, సంశ్లేషిత పాలిమర్ల విశేషాలను ఏడవ వ్యాసం చూపుతుంది. రంగుల రసాయన తత్వము, అద్దకపురంగుల తయారీ, బట్టల అద్దకములను గురించి ఎనిమిదవ వ్యాసంలో వివరించి నాము. యుద్ధసమయాలలోనే కాకుండా శాంతియుత పరిస్థితులలో కూడా అవసరమయ్యే ప్రేలుడు పదార్థాల వివరాలను, తొమ్మిదవ వ్యాసంలో చూడండి. ముఖ్యమైన ఆహార పదార్థాల రసాయన స్వభావము, జీవక్రియలలో వాటి పాత్రలను గురించి పదవ వ్యాసంలో తెలుప బడినది. వ్యాధుల నివారణకు అవసరమైన ముఖ్యమగు కొన్ని ఔషధాలను గురించి చివరి వ్యాసంలో చర్చించినాము.

ఉన్నత రసాయనశాస్త్రాధ్యయనంపట్ల బాల బాలికలను, యువతీ యువకులను ఈ వ్యాసాలు ప్రోత్సహ పరుస్తాయని ఆశయము.

డా : సి. వి. రత్నం  
(సంపాదకుడు)

# రసాయన శాస్త్రము

## 49. ఉపోద్ఘాతము - శాస్త్రీయ పద్ధతి

ప్రేరణకు (Stimulus) అనుక్రియను (Response) చూపడం ప్రాణీయైక్కు స్వాభావిక లక్షణం. ప్రకృతిలో వివిధ రూపాల ప్రాణులు వాటి పరిసరాలకు వివిధ రీతులలో అనుక్రియను చూపుతూ ఉంటాయి. సూర్యోదయ కాలమున వృక్షాల ఆకులపై సూర్యరశ్మి పడిన వెంటనే అవి వెలుతురు వైపు తిరుగుతాయి. ద్రువప్రాంతాలలో నివసించే పక్ష్యాదులు శీతాకాల మవతరించగానే వెచ్చటి ప్రదేశాలకు వలస పోతాయి. శీతాకాలపు అవతరణను ఈజీవులు కేవలం వాటికి మాత్రమే స్వభావ సిద్ధమైన పరిజ్ఞానంతో గుర్తిస్తాయి. బహుశః ఈ గుర్తించే విధానం మానవులకు పూర్తిగా అవగతం అయిఉండక పోవచ్చు. వేసవి కాలం రాగానే మనమంతా ఉన్ని వస్త్రాలను ధరించడం మానివేసి నూలు వస్త్రాలను మాత్రమే ధరిస్తాము.

పై ప్రవర్తనలన్నీ బాహ్యపరిసరాలకు అనుక్రియను చూపించే విధానాలు. ప్రతి ఒక ప్రాణి దానికి సహజ సిద్ధమైన పద్ధతిలో అనుక్రియను చూపుతూ ఉంటుంది. కానీ మానవుడు మాత్రం తన పరిసరాలకు మిగతా ప్రాణులన్నీ కంటే అతి సంక్లిష్టంగా ప్రతిక్రియను చూపుతూ ఉంటాడు. అన్ని పాణులలో కంటే మానవుడిలో ఇంద్రియ జ్ఞానాలు చాలాపెచ్చు స్థాయిలో అభివృద్ధి చెంది ఉన్నాయి. వీటిమూలంగా తన చుట్టూ జరుగుతూ ఉండే విషయాలను గురించి సమూహాగ్రంగా తెలుసుకోవాలనే కుతూహలం మానవుడికి చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. తనకున్న మానసిక పరిజ్ఞానాన్ని, ఇతరులతో ఉత్తర ప్రత్యుత్తరాలు జరుపగలిగే సామర్థ్యాన్ని పలువిధాలుగా ఉపయోగింప ప్రయత్ని

స్తాడు. స్వాభావికమైన కుతూహలంతో ప్రకృతిలో తన చుట్టూ నిరంతరం బహు సంఖ్యాత్మకంగా జరుగుతూఉండే దృగ్విషయాలను నిశిత దృష్టితో పరిశీలిస్తాడు. తద్వారా సమాచార సేకరణ గావించి, దానిని విశ్లేషించి, ఏవైనా క్రమములు గలవేమోనని తెలుసుకొంటాడు. అటు తరువాత ఈ క్రమములు ఎందువల్ల ఉన్నాయి, అని ఆలోచించి, సంతృప్తి కరమైన సమాధానాలను కనుగొన్న తరువాత తాను సంపాదించిన పరిజ్ఞానాన్ని ఇతరులకు తెలియజేస్తాడు.

స్థూలంగా పైపద్ధతిలో జరిగిన మానవకార్యకలాపాలను, “శాస్త్రీయ క్రియ” (Scientific Activity) అని అనవచ్చు. శాస్త్రీయక్రియ తొలిసారిగా పరిశీలనతో ప్రారంభమవుతుంది. ఒక పరిశీలనను గానీ, లేక పరిశీలనా శ్రేణినిగాని సముచిత విధానంలో అదుపు (Control)లో ఉంచి జరిపితే లాభదాయకమైన ఫలితాలు లభించే అవకాశమెంతైనా ఉంది. పరిశీలనలను ప్రభావితంచేసే బాహ్య పరిస్థితులను ఇష్టానుసారంగా మార్చగలిగినప్పుడు ఆ పరిశీలనలు అశుభులో జరిగాయనవచ్చును. అదుపులో జరుపబడిన పరిశీలనాశ్రేణిని “ప్రయోగము” (Experiment) అని నిర్వచించవచ్చు. ఈ విధంగా శాస్త్రీయక్రియ, పరిశీలనతో ఆరంభమవుతుంది. శాస్త్రీయ పరిజ్ఞాన మంతా ప్రయోగాల ఫలితాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

అయితే విజ్ఞాన శాస్త్రాన్ని కచ్చితంగా నిర్వచించడం కొంతవరకు కష్టతరమైనదే. శాస్త్రీయ పరిశోధన అంటే పరిశీలన, ప్రయోగము, నిశిత ఆలోచనలద్వారా సేకరించిన పరిజ్ఞానాన్ని క్రమబద్ధంగా సమన్వయం చేసే ప్రయత్నము అని అను

కోపవచ్చు. శాస్త్రీయ పద్ధతిలో క్రింద పేర్కొన్న అంశాలు ఉంటాయి :

1. ఏదైనా ఒక నిర్దిష్ట దృగ్విషయాన్ని గురించి దత్తాంశాల సేకరణ. ఈ దత్తాంశాలు పరిశీలనా దోష (Errors of Observation) రహితములై పునరుత్పాదక లక్షణాన్ని కలిగి ఉండవలె.

2. సేకరించిన దత్తాంశాలను జాగ్రత్తగా పరిశీలించి, వాటి మధ్య సార్థకమైన సంబంధాలు ఉన్నవేమోనని తెలుసుకోవడం. ఈ సంబంధాల సహాయంతో కొన్ని సాధారణ సూత్రాలను, పరికల్పనలను లేక సిద్ధాంతాలను రూపొందించి, తద్వారా సదృశమైన దృగ్విషయాలను వివరించవచ్చు. సామాన్యంగా గణితాత్మక పదాలు ఇట్లాంటి సంబంధాలను కచ్చితంగా వివరింపడానికి ఉపయోగపడుతాయి.

3. రూపొందించిన పరికల్పనలను, సిద్ధాంతాలను నూతన ప్రయోగాల ద్వారా పరీక్షించడం. అన్ని విషయాల దృష్ట్యా సంతృప్తి కరంగా ఉంటే, సిద్ధాంతము నియమ మవుతుంది. అయితే ఈ నియమానికి విరుద్ధంగా సరికొత్త విషయాలు ఏదైనా తెలుసుకొనలేనంత కాలమే నియమాన్ని ఒప్పుకోవడం జరుగుతుంది. నూతన ప్రయోగాత్మక వాస్తవాలను ఇదివరకటి నియమము వివరించలేనప్పుడు, దానిని క్రొత్త విషయాలకు అనుగుణంగా ఉండేటట్లు సవరించవలసి ఉంటుంది. కొన్ని పరిస్థితులలో పాత నియమాన్ని పూర్తిగా త్రోసిపుచ్చటం కూడా జరుగవచ్చు. అయితే సరికాని పరికల్పనలు, సిద్ధాంతాలు, నియమాలు, పూర్తిగా నిష్ప్రయోజనాలని భావింప నవసరంలేదు. చాలావరకు ఇట్లాంటి అసంతృప్తికరమైన సిద్ధాంతాలు కూడా నూతన ప్రయోగాత్మక పరిశీలనలకు దోహదం చేస్తాయి.

### రసాయన శాస్త్రము (Chemistry)

పదార్థ ధర్మాలు, సంఘటనము, నిర్మాణము, పదార్థాలు, లోనయే మార్పులు, వీటిద్వారా జరిగే

శక్తిమార్పులను గురించి అధ్యయనం చేసే శాస్త్రాన్ని 'రసాయన శాస్త్రము' అని అనవచ్చు. ఈ శాస్త్రం విశేషించి ప్రయోగాత్మక మైనటువంటిది. మంచి రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు సూక్ష్మ పరిశీలకుడై ఉండవలె. ఇట్లా ఉండటానికి సహనము, అప్రమత్తత, మానసిక ఏకాగ్రత చాలా అవసరం. ఇవిగాక అతడు ప్రయోగాత్మక నైపుణ్యాన్ని కూడా ఉన్నతస్థాయిలో పొందిఉండవలె.

### పదార్థము (Matter)

ప్రపంచమంతా పదార్థ-శక్తి (వికిరణశక్తి-Radiant Energy) మయమని, భావించవచ్చు. రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడిలో ప్రాథమిక ఆసక్తిని కలిగించేది పదార్థము. అయితే పదార్థంతో పరస్పర చర్య జరుగుతున్నంత మేరకు వికిరణశక్తి (ఉష్ణము, వెలుతురు, x-కిరణాలు లాంటివి) లోకూడా అతడికి ఆసక్తి ఉంటుంది. పదార్థము-శక్తి మధ్య పరస్పర చర్య కారణంగా ఎన్నోమార్పులు జరుగుతాయి. ఈ మార్పులను విపులంగా దర్శాపు చేయడమే రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడి ముఖ్యోద్యమము.

మన చుట్టూ ఉన్న వస్తువుల సముదాయమే పదార్థము. ఇది మన, ద్రవ, వాయు, స్థితులలో ఉంటుంది. ద్రవ్యరాశి (Mass) ని కలిగిఉండి, స్థలమును ఆక్రమించేది పదార్థము, అని నిర్వచించవచ్చు ఏదైనా ఒక పదార్థం యొక్క ద్రవ్యరాశిని ప్రమాణ ద్రవ్యరాసులతో పోల్చి కనుక్కు వచ్చు. ఇందుకు తులాదండము (Balance) ను ఉపయోగిస్తారు. అతి స్వల్పంగా ఉన్నపదార్థాల ద్రవ్యరాసులను కనుక్కుడానికి విశ్లేషణ తులాదండాన్ని (Analytical Balance) ఉపయోగిస్తారు.

పదార్థ ధర్మాలు, సంఘటనము, నిర్మాణము.

(Properties, composition and structure of matter)

ఏదైనా ఒక పదార్థాన్ని దాని స్వాభావిక లక్షణాలతో వివరించవచ్చు. ఈ స్వాభావిక లక్షణాలనే పదార్థ ధర్మాలు అంటారు. ఈ ధర్మాలు పదార్థ సంఘటన, నిర్మాణములపై చాలా వరకు ఆధారపడి ఉంటాయి. పదార్థ ధర్మాలను విపులంగా తెలుసుకోవడం ఎంతైనా అవసరం. పరీక్షించి, అటు తరువాతనే ఆ పదార్థాన్ని ఏవిధంగా ఉపయోగించవచ్చో తెలుసుకొనడానికి వీలవుతుంది.

పదార్థ సంఘటనము అంటే అది ఏయే అనుఘటకాలతో (Components) సంఘటితమై ఉన్నదో తెలుసుకోవడం. ఉదాహరణకు :- నీరు అనే పదార్థము ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ ల సంఘటితము. ఈ రెండు పదార్థాల ధర్మాలు నీటి ధర్మాలకు వేరుగా ఉంటాయి ఇదే విధంగా సోడియంక్లోరైడ్ (ఉప్పు) సోడియం, క్లోరిన్ ల సంఘటితము. పదార్థ సంఘటనము తెలిసి ఉంచేనేకానీ, మనం ఒక పదార్థాన్ని మరొక పదార్థంలోనికి మార్చడానికి వీలుకాదు. ఇట్లాంటి మార్పులు జరుపడమే రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడి పరిశోధనలలో ఒక ముఖ్యాంశము

పదార్థంలోని అనుఘటకాలన్నీ, అమర్చబడి (లేక నిర్మితమై) ఉన్న విధానాన్ని పదార్థ నిర్మాణము అంటారు. కేవలం పదార్థ సంఘటనా పరిజ్ఞానంతో దాని ప్రవర్తనను వివరించడం కష్టము. ఎందువల్లనంటే, అవే అనుఘటకాలు వివిధ విధాలలో అమర్చబడి వేరు వేరు ధర్మాలుగల పదార్థాలను తయారు చేయవచ్చు. ఉదాహరణకు:- గ్రాఫైట్ (Graphite), వజ్రము (Diamond) రెండూకూడా కార్బన్ పరమాణువులతో నిర్మితమైన బడిన స్పటికాలే. గ్రాఫైట్ మృదువుగాను, వజ్రము గట్టిగాను ఉంటుంది. ఈ రెండు పదార్థాల స్పటిక నిర్మాణంలో కార్బన్ పరమాణువులు అమర్చబడిన

అంతరిక ఏర్పాటులో గల భేదమే వాటి ఈ ధర్మాల వ్యత్యాసానికి కారణము. దీనిని బట్టి పదార్థ ధర్మాలలో గల వ్యత్యాసాన్ని పూర్తిగా అవగాహన చేసుకోడానికి నిర్మాణాన్ని గురించిన పరిజ్ఞానము ఎంత అవసరమో విదితమవుతుంది.

**పదార్థం లోనయే మార్పులు**

(Changes That Matter undergoes)

ప్రకృతిలో పదార్థాలు నిరంతరము మార్పులు చెందుతూ ఉంటాయన్న విషయము మనకు తెలిసిందే. ఉదాహరణకు :- నీరు, ఆక్సిజన్ ల చర్యాప్రభావంవల్ల ఇనుము తుప్పుగా మారుతుంది. తుప్పు ధర్మాలు, ఇనుము ధర్మాలు వేరు వేరుగా ఉంటాయి. సూర్యరశ్మి ప్రభావం వల్ల వృక్షాలు కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్ ను నీటి ఆవిరిని కార్బోహైడ్రేట్ (Carbohydrates) లోకి మార్చడం ప్రకృతిలో జరిగే అద్భుతమయిన మరొక చర్య. పైన పేర్కొన్న రెండు మార్పులను 'రసాయన చర్యలు' (Chemical changes) అంటారు. రసాయన చర్యలో ఒకటి లేక ఎక్కువ పదార్థాలు (క్రియాజనకాలు-Reactants) పరస్పర ప్రక్రియ ద్వారా వేరు ధర్మాలుగల నూతన పదార్థాలుగా (క్రియాజన్యాలు-Products)గా రూపొందుతాయి. ఇట్లాంటి మార్పులలో శక్తి మార్పులు కూడా సాధారణంగా జరుగుతాయి.

పైన వివరించినట్లు పదార్థ ధర్మాలు, సంఘటనము, నిర్మాణము, పదార్థాలలో జరిగే మార్పులు, తత్పరిణామంగా జరిగే శక్తిమార్పులు, - ఇవన్నీ రసాయన శాస్త్ర పరిశోధనలో ముఖ్యాంశాలు.

**రసాయన శాస్త్రప్రాముఖ్యత (Importance of Chemistry)**

మానవుడి దైనందిన కార్యకలాపాలలోనూ, జీవితంలోనూ, రసాయన శాస్త్రం యొక్క పాత్రను, ప్రాముఖ్యమును వివరించుట అలవిగాని పని. మాన

పుని మనుగడలోని ప్రతిచిన్న అంశంపై ఈ శాస్త్ర ప్రభావము చాలా ఎక్కువగా ఉన్నది. మనం ఆరగించే ఆహారము, ధరించే వస్త్రాలు, నివసించే గృహాలు, వాడే ఔషధాలు, మనం రోజూ వాడుకునే అసంఖ్యాకములైన ఇతర వస్తువులు-వీటన్నిటి ఉత్పాదనలో రసాయన శాస్త్ర పరిజ్ఞానం ఎంతయినా అవసరమవుతున్నది. ఆహార పదార్థాల విశ్లేషణ ద్వారా పుష్టికరమైన ఆహారాన్ని రూపొందించి, తద్వారా మానవాళి ఆరోగ్యాన్ని పెంపొందించడానికి వీలవుతున్నది. మనం నిత్యం వాడుకొనే వస్త్రాలు, వాటికి ఉన్న రంగులు, ఔషధాలు చాలావరకు సంయోజిత పదార్థాలు (Synthetic products). సహజ పదార్థాల (Natural products)కు బదులు ఈ సంయోజిత పదార్థాలు వాడుకలోకి రావడానికి రసాయన శాస్త్ర పరిజ్ఞానమే కారణము. బొగ్గు స్వేదనం (Distillation) ద్వారా లభించిన కోల్ టార్ (Coal tar) ఎందుకూ పనికిరాదని అనుకొన్నప్పటికీ, పెర్కిన్ (Perkin) అనే ఆంగ్ల శాస్త్రజ్ఞుని పరిశోధనల ఫలితంగా ఈ కోల్ టార్ మానవుడికి

అత్యవసర వస్తువులుగా ఉపయోగపడే అసంఖ్యాక పదార్థాలను తయారు చేయడానికి వాడే ముడి పదార్థమని కనుక్కోవడం శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనా శక్తి సామర్థ్యాలకు ఒక అత్యద్భుత తార్కాణం. ఇదే విధంగా, పెట్రోలియం అంశిక స్వేదనం(Fractional distillation) వల్ల, భంజనం (Cracking) వల్ల కూడా కొన్నివందల రసాయన పదార్థాలు ఉత్పన్నమవుతున్నాయి. ఇవేగాక నిర్మాణ కార్యాలకు వాడే సిమెంట్, ఆహారోత్పత్తి పెంపొందించడానికి వాడే రసాయన ఎరువులు, బట్టల అద్దడానికి వాడే రంజనాలు, నూలువస్త్రాల స్థానంలోవాడే సంయోజిత పాలిమర్లు (టెలిన్. నైలాన్ మొదలైనవి). కేవలం విధ్వంసక చర్యలకేగాక నిర్మాణాత్మక కార్యక్రమాలలో కూడా ఉపయోగపడే ప్రేలుడు పదార్థాలు, ఇంకామరెన్నో వస్తువులు రసాయన పరిశోధనల వల్ల తయారవుతున్నవి.

డా. మురళీధర్ సిద్ధాంతి

## రసాయన శాస్త్రము

### 50. మూలకాలు - సంయోగపదార్థాలు

### రసాయన శాస్త్ర విభాగాలు

రసాయన శాస్త్రాన్ని స్థూలంగా మూడు భాగాలుగా విభజింపవచ్చు :

1. భౌతిక రసాయన శాస్త్రము.  
(Physical chemistry)
2. మూలక రసాయన శాస్త్రము.  
(Inorganic chemistry)
3. కర్బన రసాయన శాస్త్రము.  
(Organic chemistry)

భౌతిక రసాయన శాస్త్రంలో రసాయన శాస్త్రానికి సంబంధించిన సిద్ధాంత సూత్రాలను రూపొందించడం ముఖ్యోద్దేశం. ఈ విభాగం ద్వారా రసాయన శాస్త్రానికి, భౌతిక శాస్త్రానికి సమన్వయం చేసే ప్రయత్నం జరుగుతుంది. పదార్థ ధర్మాలు, సంఘటనము, నిర్మాణము-వీని దృష్ట్యా రసాయన దృగ్విషయాలను అవగాహన చేసుకొని, రసాయన



ప్రక్రియలను సమూలంగా వివరించడం ఈ విభాగ ఆధ్యయనంలో ప్రధానమైన లక్ష్యము.

మూలక రసాయన శాస్త్రంలో కార్బన్ తప్ప మిగతా మూలకాలు, వాటి సంయోగ పదార్థాలను గురించిన వివరాలు ఉంటాయి.

కర్బన రసాయన శాస్త్రం, కార్బన్ సమ్మేళనాల ఆధ్యయనానికి పరిమితమై ఉంటుంది.

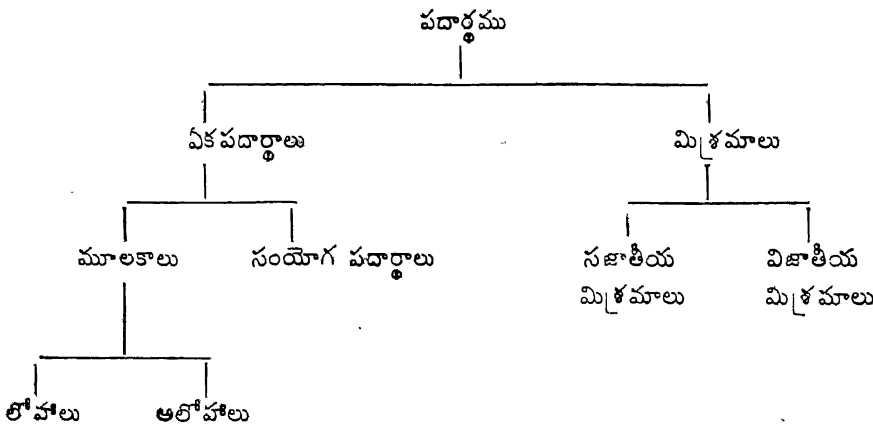
అయితే పై విభజన చాలవరకు పతనానుకూలత కోసం చేసిందే. ఇంతవరకు మనకు తెలిసిన 104 మూలకాలన్నింటిలోనూ కార్బన్ కు ఒక ప్రత్యేక స్థానం ఉంది. కార్బన్ తప్ప మిగతా మూలకాలన్నింటి నుండి సుమారు 100,000 సంయోగ పదార్థాలు మాత్రమే తయారు చేయబడ్డాయి. కానీ ఒక్క కార్బన్ సమ్మేళనాలు 1000,000 వైగా ఉన్నాయి. అన్ని రకాల జీవులలో ఉండే పదార్థాలు చాలా వరకు కార్బన్ సమ్మేళనాలే. వీనిలో కార్బన్ కాక మరి తొమ్మిది మూలకాలు కూడా చేరి ఉన్నాయి. ఈ మూలకాలు హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, సల్ఫర్, ఫాస్ఫరస్, ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్, బ్రోమిన్,

అయోడిన్. అంటే మూలకాలన్నింటిలో కేవలం పదవ వంతు మూలకాలలో నుండి మూలక రసాయన పదార్థాలకంటే పదిరెట్లు ఎక్కువగా కర్బన రసాయన పదార్థాలు తయారవుతున్నాయన్నమాట. దీనిని బట్టి మూలకాలన్నింటిలో కార్బన్ కున్న విశిష్ట స్థానమేమిటో మనం గ్రహింపవచ్చు. ఇందువల్ల కర్బన రసాయన శాస్త్రము ఒక ప్రత్యేక విభాగంగా వెలువడింది. అయితే కొంత మేరకు కార్బన్ ను గురించిన ఆధ్యయనం మూలక రసాయన శాస్త్రంలో కూడా జరుగుతున్నది. ముఖ్యంగా మూలక కార్బన్, కార్బన్ యొక్క ఆక్సైడ్లు, లోహాల కార్బైడ్లను గురించిన ఆధ్యయనం ఈ విభాగంలో ఉంటుంది.

### పదార్థ వర్గీకరణ

(Classification of Matter)

పదార్థ వర్గీకరణ వల్ల పదార్థ ధర్మాలను సమూలంగా అవగాహన చేసుకోవడానికి వీలవుతుంది. క్రింది పథకము ఒకరకమైన వర్గీకరణాన్ని సూచిస్తుంది.



ఏవిధమైన వర్గీకరణమైనా పతనానుకూలతను దృష్టిలో ఉంచుకొని చేసిందేకానీ, ప్రత్యేకించి ఏ సిద్ధాంత సూత్రాన్ని పాటించి చేసింది కాదు.

ఏదైనా ఒక ఏక పదార్థాన్ని ఇంకా సరళమైన, వేరు ధర్మాలుగల అనుఘటకాలలోకి విభజించడానికి వీలుకానప్పుడు, ఆ ఏక పదార్థాన్ని 'మూల

కము' (Element) అంటారు. ఒక మూలకంలో నుండి ఇతర పదార్థాలను పొందడానికి వీలుకాదు. ఆక్సిజన్, సోడియమ్, క్లోరిన్, ఇనుము మొదలైనవి కొన్ని మూలకాలు.

రెండు లేక ఎక్కువ మూలకాలు, రసాయన చర్యలో పాల్గొని వేరు ధర్మాలు గల ఒక నూతన పదార్థాన్ని ఉత్పాదించి నప్పుడు, ఆ నూతన పదార్థాన్ని, సంయోగ పదార్థము (Compound) అంటారు. హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, సముచిత పరిస్థితులలో రసాయన చర్యను పొంది నీటిని ఉత్పాదిస్తాయి. నీటి ధర్మాలు దాని అనుఘటకాలైన ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ ధర్మాలకు వేరుగాఉంటాయి. విపర్యయంగా ఒక సంయోగ పదార్థాన్ని సముచిత పద్ధతుల ద్వారా వియోగం చేయవచ్చు. నీటిలో విద్యుత్ ప్రసారం చేస్తే అది ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ లలోకి వియోగం చెందుతుంది. వియోగం చెందగలిగి ఉండటం పదార్థం యొక్క ప్రధాన లక్షణం. ఈ లక్షణం లేని పదార్థాన్ని మూలకం అనవచ్చు.

### మూలకాలు (Elements)

ఇదివరకే పేర్కొన్నట్లు ఇంతవరకు 104 మూలకాలు కనుక్కోబడ్డాయి. వీటి నిర్మాణంలో మూలాధారమైన యూనిట్ ను 'పరమాణువు' (Atom) అంటారు.

పదార్థాల నిర్మాణానికి, వాటి ధర్మాలకు గల సంబంధాలను కనుక్కోడానికి శాస్త్రజ్ఞులు చాలా కాలంగా పరిశోధనలు జరుపుతూ ఉన్నారు. ఈ సంబంధాలను వివరించడానికి మూలకాల ఆవర్తన పట్టిక (Periodic Table of Elements) చాలా విధాల సహాయ పడింది. కానీ ఈ పట్టికను రూపొందించడానికి ముందే పదార్థ నిర్మాణాన్ని గురించిన పరిశీలనలను, సిద్ధాంతాలను సూచించడం జరుగుతూ ఉండినది. డాల్టన్ (1800) సూచించిన పరమాణు సిద్ధాంతము ఆధునిక శాస్త్రీయ నమూనాకు నాంది అని మనం భావింపవచ్చు.

మూలకాలు అతి సూక్ష్మములైన, అవిభాజనీయములైన కణములతో నిర్మింప బడ్డాయని ఈయన పేర్కొన్నాడు. ఈ కణాలనే 'పరమాణువులు' అని అన్నాడు. మూలకాలు ఒక దానితో ఇంకొకటి వాటి పరమాణువుల సంపూర్ణ సంఖ్యా నిష్పత్తి (Simple whole number ratio of their atoms) లో రసాయన చర్యను పొంది సంయోగ పదార్థాలను ఉత్పాదిస్తాయని సూచించాడు డాల్టన్. పరమాణు సిద్ధాంతము రసాయన సంయోగ నియమాల (Laws of chemical combination) ను విశదీకరించడానికి ఎన్నోవిధాల తోడ్పడింది.

కానీ ఈ సిద్ధాంతము రూపొందించిన తరువాత జరిగిన ప్రయోగాత్మక పరిశోధనల వల్ల పరమాణువు అవిభాజనీయమైనది కాదనీ, ఇది అంతకంటె మూలధారమైన కణాలతో నిర్మింప బడిందనీ నిర్ధారించారు. అదిగాక పదార్థానికి విద్యుదాత్మక లక్షణం కలదని కూడా తెలుసుకొన్నారు. ఆధునిక భావాల దృష్ట్యా పరమాణు నిర్మాణంలో ముఖ్యంశాలను క్రింద పేర్కొనడం జరిగింది.

పరమాణువులో అతిస్వల్ప ప్రదేశాన్ని ఆక్రమిస్తూ 'కేంద్రకం' (Nucleus) ఉంటుంది. పరమాణు భారానికి ఈ కేంద్రకం దాదాపు పూర్తిగా కారణభూతమైంది. కేంద్రకంలో ప్రోటాన్ లు (Protons) అనే ధన విద్యుదావేశం (Positive electric charge) గల కణాలు, 'న్యూట్రాన్' లు (Neutrons) అనే తటస్థ కణాలు ఉన్నాయి. పరమాణు భారమానంలో ఈ రెండు కణాల సాపేక్షక భారాలు ఉజ్జాయింపుగా ఒక యూనిట్ అని పరిగణించారు. ఈ యూనిట్ ను 'పరమాణు భార యూనిట్' (Atomic mass unit) అంటారు. కేంద్రకంలో ఉన్న ప్రోటాన్ లు, న్యూట్రాన్ ల సంఖ్య మొత్తం పరమాణు భారమవుతుంది. ప్రోటాన్ లో ఉన్న ధన విద్యుదావేశాన్ని 'యూనిట్ ధన ఆవేశము' (Unit positive charge) అని పరిగణించారు.

కేంద్రకంలోని ప్రోటాన్లసంఖ్యను పరమాణు సంఖ్య (Atomic number) అంటారు. ఈ సంఖ్య మూలక భౌతిక ధర్మాలలో అతి ప్రధానమైనది.

కేంద్రకంలో ఉన్న ధన విద్యుదావేశాన్ని తటస్థీకరించి, తటస్థ పరమాణువును రూపొందించడానికి కేంద్రకంచుట్టూ కొన్ని నిర్దిష్ట 'కర్పరాల' (Shells)లో ఎలక్ట్రాన్లు (Electrons)లు అనే ఋణ విద్యుదావేశం (Negative Electric Charge) గల కణాలు పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి. ఒక ఎలక్ట్రాన్లోగల ఆవేశాన్ని 'యూనిట్ ఋణ ఆవేశం' (Unit negative charge)గా పరిగణించారు.

ప్రోటాన్ ధన ఆవేశము, ఎలక్ట్రాన్ ఋణ ఆవేశాల పరిమాణాలు, సమానంగా ఉంటాయి. పర్యవసానంగా తటస్థ పరమాణువు కేంద్రకంలోని ప్రోటానుల సంఖ్య, కేంద్రకం చుట్టూ కర్పరాలలో పరిభ్రమిస్తూ ఉన్న ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యకు సమానమవుతుంది.

ఇదిగక ఎలక్ట్రాన్లకు తనచుట్టూ తను భ్రమణం (Spin) చేసే ధర్మం కూడా ఉంది. ఈ భ్రమణం సవ్యం (Clock-wise) గా గానీ లేక అపసవ్యం (Anti clock-wise) గానీ ఉంటుంది. ప్రతి కర్పరంలో ఒక నిర్దిష్ట సంఖ్యలో మాత్రమే ఎలక్ట్రాన్లు ఉండగలుగుతాయి, ఈ కర్పరాలను 1, 2, 3, ..... అనే సంఖ్యల (ఈ సంఖ్యలను ప్రధాన క్వాంటమ్ సంఖ్య-Principal quantum numbers అంటారు)తో గానీ లేక K, L, M, ..... అనే సంకేతాలతో గానీ సూచిస్తారు.

కొన్ని సిద్ధాంత సూత్రాల దృష్ట్యా కేంద్రకం చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న ఎలక్ట్రాన్ల స్థానాలను కచ్చితంగా నిర్ణయించడానికి వీలుకాదని శాస్త్రజ్ఞులు ఋజువు చేశారు. ప్రతి కర్పరానికి అనురూపమైన (Corresponding to each shell) కొంత ప్రదేశంలో ఎలక్ట్రాన్లను కనుక్కోనే 'సంభావ్యత' (Probability or chance)ను మాత్రమే,

నిర్ణయించడానికి వీలవుతుంది. ఈ ప్రదేశాన్ని 'ఆర్బిటాల్' (Orbital) అంటారు. ఈ ఆర్బిటాల్లు నాలుగు రకాలు. వీటిని s, p, d, f, అనే సంకేతాలతో సూచిస్తారు, వీటిని వాటి జ్యామితీయకృతి (Geometrical shape)తోనూ, కోణీయ మొమెంటమ్ (Angular momentum) తోనూ పోల్చవచ్చు. 's' ఆర్బిటాల్లు గోళాకారం (Spherical) లోనూ, 'p' ఆర్బిటాల్లు 'డంబెల్' (Dumb-bell) ఆకృతిలోనూ ఉంటాయి. d, f ఆర్బిటాల్ల ఆకృతులు ఇంకా సంక్లిష్టంగా ఉంటాయి.

పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ వివిధ కర్పరాలలో, తత్సంబంధమైన ఆర్బిటాల్లలో ఎలక్ట్రాన్లు పంపిణీ అయి ఉన్న విధానం (దీనిని పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసము - Electronic configuration of atoms అంటారు) క్రింది సూత్రాల నమనరించి ఉంటుంది :

1. ఏదైనా ఒక కర్పరంలో ఉండగల ఎలక్ట్రాన్ల గరిష్ట సంఖ్యను  $2n^2$  అనే నిబంధనతో గణించ వచ్చు. ఇందులో n ప్రధాన క్వాంటమ్ సంఖ్య.  $n = 1$  అయిన కర్పరంలో ఎలక్ట్రాన్ల గరిష్ట సంఖ్య  $2 \times 1^2 = 2$ .  $n = 2$  అయిన కర్పరంలో ఎలక్ట్రాన్ల గరిష్ట సంఖ్య  $2 \times 2^2 = 8$ , ఈ విధంగా మిగతా కర్పరాలలో ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యలను గణించవచ్చు. ఎలక్ట్రాన్ కర్పరాలను శక్తిస్థాయిలు (Energy levels) అంటారు. కర్పరం ప్రధాన క్వాంటమ్ సంఖ్య ఎక్కువైన కొద్దీ, ఆ కర్పరంలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్ల శక్తి ఎక్కువ అవుతుంది.  $n = 1$  అయిన కర్పరం కనిష్ట శక్తిస్థాయి గల దవుతుంది.

2. ప్రై నిబంధనకు అనుగుణంగా ఒకేఒక 's' ఆర్బిటాల్, మూడు 'p' ఆర్బిటాల్లు, ఐదు 'd', ఏడు 'f' ఆర్బిటాల్లు ఉంటాయి. మూడు 'p' ఆర్బిటాల్ల శక్తి సమానంగా ఉంటుంది. (సమ

శక్తి కలిగి ఉన్న ఒకే రకమైన ఆర్బిటాల్‌లను Degenerate orbitals అంటారు. ఇదే విధంగా ఐదు 'd' ఆర్బిటాల్‌లు సమశక్తి కలిగిఉంటాయి ఏడు 'f' ఆర్బిటాల్‌లు కూడా అంతే). ఎలక్ట్రాన్‌లు ఆర్బిటాల్‌లో ప్రవేశించేటప్పుడు అన్నిటి కంటే తక్కువ శక్తిగల ఆర్బిటాల్‌ను ముందుగా ఆక్రమిస్తాయి. అటుతరువాత ప్రవేశించే ఎలక్ట్రాన్‌లు క్రమక్రమంగా పెచ్చు శక్తి గల ఆర్బిటాల్‌లను ఆక్రమిస్తాయి.

3. సమశక్తిగల ఆర్బిటాల్‌లు ఒకటి కంటే ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు ప్రతి ఒక్క ఎలక్ట్రాన్ పూర్తిగా ఖాళీగా ఉన్న ఆర్బిటాల్‌లోనికి ముందు ప్రవేశిస్తుంది. ఆ తరువాత ప్రవేశించే ఎలక్ట్రాన్‌లు అర్ధాక్రమితము (Half-filled) లై ఉన్న ఆర్బిటాల్‌లోకి ప్రవేశిస్తాయి.

4. ప్రతి ఒక్క ఆర్బిటాల్‌లో రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లు మాత్రమే ఉండగలవు. ఐదే ఈ విధంగా ఉండటానికి వాటి భ్రమణాలు వ్యతిరేకంగా ఉండవలె.

పై సూత్రాల ననుసరించి హైడ్రోజన్ (పరమాణు సంఖ్య = 1) పరమాణు విన్యాసమును  $1s^1$  అని వ్రాయవచ్చును. ఇందులో గుణకము (Coefficient) ప్రధాన క్వాంటమ్ సంఖ్యను సూచిస్తుంది. అక్షరం ఆర్బిటాల్ రకాన్ని, మూల్యాంకము (Superscript) ఆ ఆర్బిటాల్‌లో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యను తెలుపుతుంది. ఇదే విధంగా కార్బన్ (పరమాణు సంఖ్య = 6) ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం  $1s^2 2s^2 2p^2$  అని వ్రాస్తారు. ఈ పద్ధతిలో అన్ని మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలను వ్రాయడం జరిగింది.

### సంయోగ పదార్థాలు (Compounds)

మూలక పరమాణువులు రసాయన చర్యలలో పాల్గొన్నప్పుడు అవి పరస్పరం బంధింప బడు

తాయి. రెండు పరమాణువులను రసాయనికంగా బంధించే ఆకర్షణ బలాన్ని 'రసాయన బంధము' (chemical bond) అంటారు. రసాయనబంధాలచే కలుపబడ్డ పరమాణువుల సమూహాన్ని 'అణువు' (Molecule) అంటారు. రెండు లేక ఎక్కువ మూలకాలు రసాయన చర్యలో పాల్గొని సంయోగ పదార్థ అణువులను ఉత్పాదిస్తాయి

ప్రయోగశాలలో జరిగే సాధారణ రసాయన చర్యలలో పరమాణువుల కేంద్రకాలు ఏ విధమైన మార్పులకు గురికావు కర్పరాలలోఉన్న. ఎలక్ట్రాన్‌లు మాత్రమే చర్యల వల్ల కలిగే మార్పులకు లోనవుతాయి. అందులోనూ, ఈ మార్పులు అన్నిటికంటే బాహ్యకర్పరంలోని (దీనిని వాలెన్స్ కర్పరం - valence shell అంటారు) ఎలక్ట్రాన్‌లకు మాత్రమే పరిమితమై ఉంటాయని కూడా మనం బావింపవచ్చు. ఇట్లాంటి ఎలక్ట్రాన్‌లను వాలెన్స్ ఎలక్ట్రాన్‌లు (valence electrons) అంటారు.

పరమాణువులు ఎందుకు సంయోగం పొందుతాయి? రసాయన బంధాలు ఏ విధంగా ఏర్పడుతాయి? అనే ప్రశ్నలు ఉద్భవించడం సహజం. స్థూలంగా చెప్పవలెనంటే, పదార్థాలు ఎప్పుడును వాటి సాపేక్షక స్థిరత్వాన్ని పెంపొందించే వైపు మార్పుచెందే ప్రవృత్తిని చూపుతాయి. ఈ విషయం మొదటి ప్రశ్నకు కొంతవరకు సమాధానాన్ని ఇస్తుంది. ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ లాంటి వాయువులు ప్రకృతిలో ద్వీపరమాణుక అణువులు (Diatomic molecules)గా ఉంటాయి. అంటే ఈ వాయువులు విడిగా ఉన్న ఏక పరమాణువుల రూపంలో కంటే ద్వీపరమాణుక అణువుల రూపంలో ఎక్కువ సాపేక్షక స్థిరత్వాన్ని పొంద గలిగినవన్నమాట.

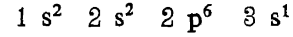
రెండవ ప్రశ్నను గురించి శాస్త్రీయప్రపంచంలో చాలా కాలంనుండి వివిధ ఊహగానాలు చేయ

డం, పరికల్పనలను రూపొందించడం జరుగుతూ ఉంది. కానీ పరమాణు నిర్మాణాన్ని గురించి ఆధునిక పరిజ్ఞానం సమకూడిన తరువాతనే ఈ ప్రశ్నకు సముచిత సమాధానం దొరకడం జరిగింది. మొట్టమొదటి సారిగా మూలకాల పరమాణు విన్యాసాలను, అవి రసాయన బంధాలను ఏర్పరిచే ప్రవృత్తులను సమన్వయం చేయడానికి వీలయింది.

హీలియం (Helium), నియాన్ (Neon), ఆర్గాన్ (Argon), క్రిప్టాన్ (Krypton), స్పీనాన్ (Xenon) మొదలయిన వాయువులను 'ఉత్కృష్ట వాయువులు' (Noble gases) అంటారు. వీటిలో హీలియమ్ తప్ప, మిగతా అన్ని వాయువుల పరమాణువులలోని అతిబాహ్య కర్పరాలలో 8 ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయి. (హీలియమ్కు మాత్రం ఒకటి కర్పరం,  $n = 1$ , ఉండటం వల్ల దానిలో కేవలం రెండు ఎలక్ట్రాన్లు మాత్రమే ఉండటానికి వీలవుతుంది. అంతటితో ఆ కర్పరం సంతృప్తమవుతుంది.) ఈ వాయువులన్నీ సాధారణంగా ఇతర మూలకాలతో రసాయన చర్యను పొందే ప్రవృత్తిని చూపవు. వీటి అణువులు ఏకపరమాణుక అణువులు (monatomic moecules). దీనివల్ల ఈ వాయువుల పరమాణువులకు గల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలు విశిష్టమైన స్థిరత్వాన్ని పొంది ఉన్నాయనే భావం వెలువడింది. ఇతర మూలకాలు రసాయన చర్యలలో పాల్గొనడం, ఉత్కృష్ట వాయువులను పోలిన విన్యాసాలను పొంద గలిగే ప్రవృత్తినని భావించారు. దీనిని 'అష్టక నిబంధన' (Octet rule) అంటారు. కానీ వర్తమాన భావాల దృష్ట్యా ఈ నిబంధన అన్ని పరిస్థితులలో నిజమయినది కాదని నిరూపించబడింది. అయితే మొదట్లో రసాయన బంధాలు రూపొందించ బడి విధానాలను సరళమైన పద్ధతిలో వివరించడానికి అష్టక నిబంధన ఎంతో ఉపయోగపడింది.

ఎలక్ట్రాన్ ఆప్టకాన్ని సాధించే ఒక విధానంలో ఒక మూలక పరమాణువు నుండి ఇంకొక మూలక పరమాణువుకు ఒకటి లేక ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్లు బదలాయింప బడుతాయి. ఈ విధానము క్రింది ఉదాహరణ ద్వారా విశదీకరించబడింది.

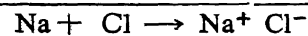
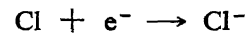
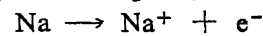
సోడియమ్ (పరమాణువు సంఖ్య = 11) ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసము క్రింది విధంగా ఉంటుంది.



సోడియమ్ పరమాణువు  $3s^1$  ఎలక్ట్రాన్ను పోగా గుట్టుకొన గలిగితే ధనావేశం (Positive charge) గల సోడియమ్ అయాన్,  $Na^+$ , రూపొందుతుంది. ఈ అయాన్ విన్యాసము నియాన్ విన్యాసాన్ని ( $1s^2 2s^2 2p^6$ ) పోలి ఉంటుంది.

క్లోరిన్ (పరమాణు సంఖ్య = 17) ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసము  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ . క్లోరిన్ పరమాణువు ఒక ఎలక్ట్రాన్ను పొంద గలిగితే ఋణావేశిత (negatively charged) క్లోరైడ్ అయాన్  $Cl^-$  ఏర్పడుతుంది. అప్పుడు దీని విన్యాసము ఆర్గాన్ విన్యాసాన్ని ( $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ) పోలి ఉంటుంది. ఇప్పుడు వ్యతిరేక విద్యుదావేశాలను కలిగి ఉన్న సోడియమ్ అయాన్, క్లోరైడ్ అయాన్ 'స్థిర విద్యుదాత్మకబలం' (Electrostatic force) ప్రభావం వల్ల ఆకర్షింపబడి, దగ్గరకు వచ్చి. సోడియమ్ క్లోరైడ్ ( $NaCl$ ) గా రూపొందుతాయి.

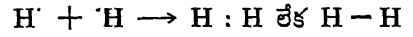
ఈ విధంగా ఏర్పడే సంయోగపదార్థాలను అయానిక్ సంయోగ పదార్థాలు (Ionic compounds) అంటారు. వ్యతిరేక విద్యుదావేశిత అయాన్ల మధ్య ఏర్పడే రసాయన బంధాన్ని 'అయానిక బంధము' (Ionic bond) అంటారు. సోడియమ్, క్లోరిన్ల మధ్య జరిగిన చర్యను క్రింది విధంగా చూపవచ్చు.



అయితే అన్ని మూలకాలు అయానిక్ బంధం ద్వారా సంయోగ పదార్థాలను రూపొందించలేవు. అటువంటిప్పుడు రెండు మూలకాలు వాటిలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్లను ఓరస్సరం పంచుకొని రసాయన చర్యలో పాల్గొంటాయి. క్రింది ఉదాహరణ సహాయంతో ఈ పద్ధతిని వివరింపవచ్చు.

హైడ్రోజన్ పరమాణువులో కేవలం ఒక ఎలక్ట్రాన్ మాత్రమే ఉంది. ఈ ఎలక్ట్రాన్ 1s ఆర్బిటాల్లో ఉంటుంది. 's' ఆర్బిటాల్ గోళాకృతిని (Spherical) కలిగి ఉంటుంది. 's' ఆర్బిటాల్లో ఉండగల ఎలక్ట్రాన్ల గరిష్ఠ సంఖ్య 2. అంటే హైడ్రోజన్ పరమాణువు 1s ఆర్బిటాల్లో ఇంకొక ఎలక్ట్రానుకు తావు ఉంది. రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు వాటివాటి 1s ఎలక్ట్రాన్లను పరస్పరం పంచుకొని హైడ్రోజన్ అణువు (Hydrogen molecule) గా రూపొందుతాయి. ఇప్పుడు ప్రతి ఒక్క ఎలక్ట్రాన్, రెండు కేంద్రకాల ఆకర్షణకు లోనై ఉంటుంది. ఇందువల్ల రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు రసాయన బంధాన్ని ఏర్పరచుకొనడానికి వీలవుతుంది. రెండు పరమాణువుల 's' ఆర్బిటాల్ల 'పరస్పరాచ్ఛాదన' (overlap) వల్ల ఈ బంధము ఏర్పడుతుంది. పరస్పరాచ్ఛాదన ఎక్కువగా ఉన్న కొద్దీ బంధము యొక్క దృఢత్వము పెరుగుతుంది. ఈ విధంగా ఏర్పడ్డ రసాయన బంధాన్ని 'సమయోజనీయ బంధము' (Covalent bond) అంటారు. తద్వారా రూపొందింపబడ్డ పదార్థాలను 'సమయోజనీయ సంయోగ పదార్థాలు' అంటారు.

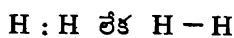
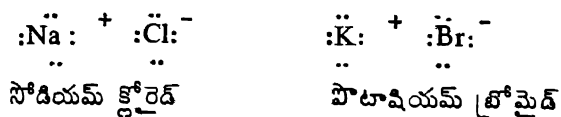
వీటిలో ఒక్కొక్కజంట ఎలక్ట్రాన్లు ఒక సమయోజనీయ బంధాన్ని ఏర్పాటు చేస్తాయి. ఈ జంటలో సాధారణంగా ఒక ఎలక్ట్రాన్ను ఒక పరమాణువు, ఇంకొక ఎలక్ట్రాన్ను రెండవ పరమాణువు ఇస్తాయి. సమయోజనీయ బంధాన్ని జంట చుక్కల ద్వారా గానీ, లేక ఒక చిన్న గీత ద్వారా గానీ తెలుపుతారు. హైడ్రోజన్ అణువు ఏర్పడే విధానాన్ని క్రింది విధంగా చూపవచ్చు.



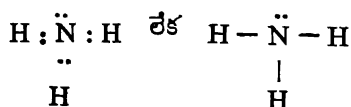
ఇదివరకే పేర్కొన్నట్లు ఈ బంధంలోని ఎలక్ట్రాన్ల ప్రభుత్వాలు వ్యతిరేకంగా ఉండవలె.

సాధారణంగా రెండు మూలకాల మధ్య బంధము, ఒక జంట ఎలక్ట్రాన్ల ద్వారా ఏర్పడటం జరుగుతుంది. ఇట్లాంటి బంధాన్ని 'ఏక బంధము' (Single bond) అంటారు. కొన్ని పరిస్థితులలో రెండు పరమాణువులు రెండు, లేక మూడు జంటల ఎలక్ట్రాన్లను పంచుకోవడం కూడా జరుగుతుంది. బహు జంటల ఎలక్ట్రాన్ల ద్వారా ఏర్పడే ఇట్లాంటి బంధాలను 'బహు బంధాలు' (Multiple bonds) అంటారు. కర్బన రసాయన పదార్థాలలోని అణువులలో ఏకబంధాలతోపాటు, ద్విబంధాలు (Double bonds), త్రిబంధాలు (Triple bonds) కూడా తరచుగా ఉంటాయి.

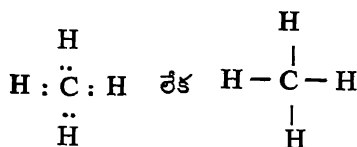
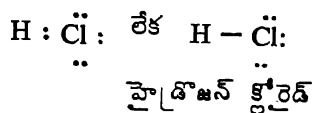
కొన్ని అయానిక్, సమయోజనీయ సంయోగ పదార్థాల అణువుల నిర్మాణాన్ని తరువాతి పుటలో చూపించడమైనది :



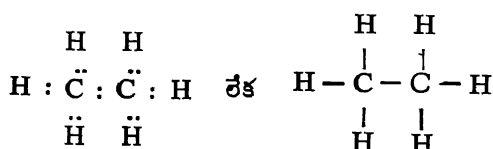
హైడ్రజన్



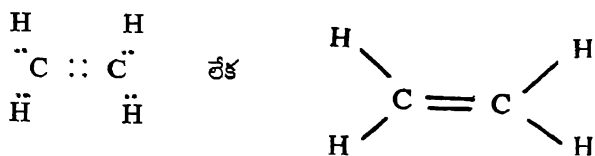
అమోనియా



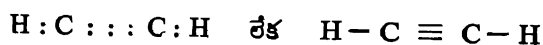
మీథేన్



ఈథేన్



ఎథిలీన్



ఎసిటిలీన్.

పైన వివరించినట్లు రెండు పద్ధతుల ద్వారా సంయోగ పదార్థాలు ఏర్పడుతాయి. ఆయానిక్ సంయోగ పదార్థాలలో పరమాణువులు వ్యతిరేక విద్యుదావేశం గల ఆయాన్ల మధ్య ఉన్న కూలాంబిక్ ఆకర్షణ (Coulombic attractions) వల్ల బంధింపబడుతాయి. సమయోజనీయ

సంయోగ పదార్థాలలో పరమాణువులు ఎలక్ట్రాన్ జంటలను పరస్పరం పంచుకోవడంవల్ల బంధింపబడి ఉంటాయి.

ఈ రెండు రకాల సంయోగ పదార్థాల ధర్మాలలో గల కొన్ని ముఖ్యమైన విభేదాలు క్రింది పట్టికలో చూపించడమైంది :

ఆయానిక్ పదార్థాలు	సమయోజనీయ పదార్థాలు
1. సాధారణంగా మూలక రసాయన పదార్థాలు.	1. సాధారణంగా కర్బన రసాయన పదార్థాలు.
2. ద్రవీభవన, బాష్పీభవన స్థానాలు పెచ్చుగా ఉంటాయి.	2. ద్రవీభవన, బాష్పీభవన స్థానాలు తక్కువగా ఉంటాయి.
3. సాధారణంగా నీటిలో కరగుతాయి. ఆర్గానిక్ ద్రావణులలో కరగడం తక్కువ. మండుట కష్టతరం.	3. నీటిలో కరగడం తక్కువ. ఆర్గానిక్ ద్రావణులలో ఎక్కువగా కరుగుతాయి. సులభంగా మండుతాయి.
4. ఆయాన్ల మధ్య రసాయన చర్యలు అతి వేగంగా, సరళంగా జరుగుతాయి.	4. అణువుల మధ్య చర్యలు నెమ్మదిగా, సంక్లిష్టంగా జరుగుతాయి.
5. ఏకరకమైన పరమాణువుల మధ్య బంధాలు ఆరుదు.	5. ఏక రకమైన పరమాణువుల మధ్య (ముఖ్యంగా కార్బన్ పరమాణువుల మధ్య) బంధాలు తరచుగా ఏర్పడుతాయి.
6. అణుసాదృశ్యము (Isomerism) ఆరుదు.	6. అణు సాదృశ్యము తరచు.

అయితే పై విభేదాలు స్థూలప్రాయమైనవేనన్న విషయం మనం గమనింపవలె. ప్రతి విభేదానికి

మినహాయింపు (Exception) సామాన్యంగా ఉంటూ ఉంటుంది.

డా. మురళీధర్ సిద్ధాంతి

## 51. లోహాలు - మిశ్రలోహాలు

(Metals & Alloys)

### I

మూలకాలను వర్గీకరించే పద్ధతులను గురించి ఇదివరకొకసారి వివరించడమైంది. ఇట్లాంటి వర్గీకరణలలో మూలకాలను, లోహాలు (Metals)

అలోహాలు (non-metals) అని కూడా రెండు వర్గాలుగా విభజించినారు. మనకు తెలిసిన మూలకాలన్నింటిలో, సుమారు మూడు వంతులు లోహాలే ఉన్నాయి.



అయితే లోహము అంటే ఏమిటి? దాని స్వాభావిక ధర్మాలు ఏవి? ఉష్ణ, విద్యుత్ వాహకతను హెచ్చుగా గలిగి ఉండి, లోహపు తళుకు (metallic lustre) అనబడే ఉజ్జ్వలత్వాన్ని (brightness) కలిగి ఉన్న పదార్థాన్ని 'లోహము' అని అనవచ్చు. ఇదిగాక లోహాలకు హెచ్చు తన్యతా బలము (Tensile strength), అమాత వర్ధనీయత (Malleability)-అంటే పలచని రేకులుగా మలచడానికి వీలైన లక్షణం, తాంతవత (Ductility-అంటే అతి సన్నని తీగలాగ లాగడానికి వీలైన లక్షణం) ఉంటాయి.

మానవ నాగరికతాభివృద్ధిని చరిత్రకారులు మూడు యుగాలలోకి విభజించారు. ఇవి రాతి యుగము, కంచు యుగము, ఇనుప యుగము. ఈ మూడు యుగాలు ఒకదాని తరువాత ఒకటి జరిగిన వనే అభిప్రాయం ఉంది. ఇందులో కంచు పరిశుభ్ర లోహంకాదనీ, అది ఒక మిశ్రలోహమనీ (Alloy) ముఖ్యంగా గమనించ వలసి ఉంది. అంటే అది మహనవులు మిశ్రలోహాలు తయారు చేయడంలో చెప్పకో తగినంత నైపుణ్యాన్ని సాధించారన్న విషయం తేటతెల్ల మవుతుంది. అంతేగాక, లోహాల నిష్కర్షణలో కూడా వారు చెప్పకో తగినంత పరిజ్ఞానాన్ని సంపాదించ కలిగారు. ఈనాటికి కూడా ఇనుము (లేక ఉక్కు) అతి విరివిగా వాడబడే లోహము. ఒక విధంగా ఇనుప యుగం ఇంకా కొనసాగుతూనే ఉందని కూడా చెప్పవచ్చు.

ప్రాచీన కాలంలో మానవుడికి తెలిసిన లోహాలు ఏడు. ఇవి బంగారము, వెండి, రాగి, ఇనుము, సీసము, తగరము, పాదరసము. ఈ లోహాల ధర్మాలు, గ్రహాలవల్ల, సూర్యుడి వల్ల ప్రభావితమై ఉండేవని అనుకొనేవారు. అందుకని ఈ లోహాలను గుర్తించడానికి జ్యోతిష సంకేతాలు వాడేవారు. బంగారము మానవుడికి తెలిసిన మొట్టమొదటి లోహమై ఉండవచ్చుననే చారిత్రాత్మక అభిప్రాయం ఉంది.

ఆధునిక యాంత్రిక నాగరికతలో లోహాల ప్రాముఖ్యత చెప్పనలవిగానంతగా ఉంది. ఈ ఆధునాతన యుగంలో మానవుని దైనందిన జీవితంలో ప్రతి అంశము లోహాలపై, ఏదో ఒక విధంగా, ఆధారపడి ఉన్నదనడం అతిశయోక్తికాదు. మనం రోజూ గృహాలలో వాడుకొనే పాత్రలు, పనిముట్లు, ఇంజనీరింగ్ వస్తువులు, రసాయన పరిశ్రమ, రవాణా సౌకర్యాలు - ఏ అంశమైనా లోహాలు, లేక మిశ్ర లోహాలపై ఎంతో ఆధారపడి ఉంది.

కొన్ని లోహాలు ప్రకృతిలో స్వాభావిక లేక స్వేచ్ఛాస్థితిలో ఉంటాయి. వీటిలో ముఖ్యమైనది బంగారము. బహుశః ఈ కారణం వల్ల బంగారము అదిమమానవునికి తెలిసిన మొట్టమొదటి లోహమై ఉండవచ్చు. ఈ లోహానికి గల ఉజ్జ్వల వర్ణం (బంగారు వర్ణం) అతనిని ఆకర్షించి ఉండవచ్చు. ప్లాటినం కూడా స్వేచ్ఛాస్థితిలో దొరుకుతుంది. వెండి, రాగి కూడా కొంత వరకు స్వేచ్ఛాస్థితిలో లభిస్తాయి. మిగతా లోహాలన్నీ చాలవరకు ఇతర మూలకాలతో సంయోగం పొంది ఖనిజ (ore) రూపంలో ఉంటాయి. ఈ ఖనిజాలలో ముఖ్యమైనవి ఆక్సైడ్ ఖనిజాలు, సల్ఫైడ్ ఖనిజాలు, కార్బోనేట్ ఖనిజాలు. వీటిలో నుండి లోహాలను నిష్కర్షణచేసే పద్ధతి (Method of Extraction) ఖనిజ ప్రకృతినిబట్టి ఉంటుంది. ఆక్సైడ్ ఖనిజాలను సాధారణంగా కార్బన్ తో క్షయీకరణం చేసి లోహాన్ని నిష్కర్షణ చేస్తారు. కార్బన్ వాడటానికి వీలుకానప్పుడు (ముఖ్యంగా క్రోమియం, మాంగనీస్ ల నిష్కర్షణలో) అల్కామినియంను క్షయీకరణంగా వాడుతారు.

ఇనుమును సాధారణంగా దాని ఆక్సైడ్ ఖనిజమైన హేమటైట్ (Haematite,  $Fe_2O_3$ )లో నుండి కార్బన్ (కోక్) తో క్షయీకరణం చేసి నిష్కర్షణ చేస్తారు. ఈ క్రియ బ్లాస్ట్ ఫర్నేస్ (Blast furnace) లో జరుగుతుంది. అయితే పరిశుభ్రమైన ఇనుము దాదాపు పూర్తిగా ఏవిధంగానూ వాడుకలో ఉండదు.

దానిని పోత ఇనుము (Cast Iron), ఉక్కు (steel), చేత ఇనుము (Wrought iron) రూపాలలో వాడుతారు. వీటి మూడింటిలో కార్బన్ శాతం వేరువేరుగా ఉంటుంది. పోత ఇనుములో 2.5 నుండి 4.5 శాతం వరకు, ఉక్కులో 0.5 నుండి 1.5 శాతం వరకు, చేతఇనుములో 0.02 శాతం కార్బన్ ఉంటుంది. రాగి నిష్కర్షణలో కూడా బ్లాస్ట్ ఫర్నేస్ ను ఒక దశలో ఉపయోగిస్తారు.

విద్యుద్విశ్లేషక పద్ధతులలో కూడా కొన్ని లోహాలను నిష్కర్షణ చేస్తారు. ఈ విధంగా తయారయ్యే లోహాలలో సోడియం, పొటాసియం, మెగ్నీసియం, అల్యూమినియం ముఖ్యమైనవి. ఇవే గాక ఖనిజాల ప్రకృతులను బట్టి వివిధ పద్ధతులలో ఆయా లోహాలను నిష్కర్షణ చేస్తారు.

దక్షిణ ఆఫ్రికా, రష్యా, అమెరికా, కెనడాలో బంగారము విరివిగా లభ్యమవుతుంది. భారత దేశంలో దొరికే బంగారం ప్రపంచ ఉత్పత్తిలో అతి తక్కువ శాతం. అమెరికా, కెనడా, మెక్సికో లలో వెండి దొరుకుతుంది. అమెరికా, చిలీ, జాంబియా, జైరే (మాజీ బెల్జియన్ కాంగో) లలో రాగి ఖనిజాలు దొరుకుతాయి. ఇనుప ఖనిజాలు కొద్దిగానో, గొప్పగానో చాలా దేశాలలో దొరుకుతాయి. భారత దేశంలో బీహార్, పశ్చిమ బెంగాల్, ఒరిస్సా, మధ్యప్రదేశ్, గోవాలో, ఇనుప ఖనిజాలు విరివిగా ఉన్నాయి.

రాగి, వెండి, బంగారములను, 'నాణెపు లోహాలు' అంటారు. అయితే ఈ రోజులలో అల్యూమినియం, నికెల్ లను కూడా నాణెముల తయారీలో వాడుతున్నారు బంగారం యొక్క శ్రేష్టతను (finess) 'కారెట్' (Carat) లలో తెలుపుతారు. పరిశుభ్రమైన బంగారం 24 కారెట్ల (వన్నెల) శ్రేష్టతను పొంది ఉంటుంది. అయితే పరిశుభ్ర బంగారం మెత్తగా ఉండటం వల్ల దానిని కొద్దిగా వెండితో, రాగితో కలిపి వాడుతారు.

లోహాల స్వాభావిక లక్షణాలలోతక్కువ, అపూత వర్ధనీయత, తాంతవత, ఉష్ణవిద్యుత్ వాహకత ముఖ్యమైనవని ఇది వరకే పేర్కొనడమైంది.

లోహస్పటికాలలో పరమాణువులు సన్నిహిత కూర్పుగల ఏర్పాటును (close packed arrangement) పొంది ఉంటాయి. ఇందువల్ల లోహాల సాంద్రతలు, సాపేక్షకంగా హెచ్చుగా ఉంటాయి. సన్నిహితకూర్పుగల ఏర్పాట్లలో అంతః కేంద్రిత మనము (Body centred cubic), ఫలక కేంద్రిత మనము (face centred cubic), షడ్భుజ సన్నిహిత కూర్పు (hexagonal close packing) విలక్షణమైనవి.

లోహాలు సాధారణంగా ఎలక్ట్రాన్ దాతలు (Electron donors) గా పనిచేసి, ధన అయాన్లుగా ఏర్పడే ప్రవృత్తిని కలిగి ఉంటాయి. లోహాలలోని బంధన కరణ ఎలక్ట్రాన్లు (Bonding Electrons) నిర్దిష్టంగా ఏ ఒక్క అయాన్కు సంलग्नమైకానీ (అయానిక్ పదార్థాలలో వలె), లేక రెండు పరమాణువుల మధ్య వంచకొనబడిగానీ (సంయోజనీయ పదార్థాలలో వలె) ఉండవు. అవి అస్థానీకృతములై (Delocalised) ఉంటాయి. ఇందువల్ల ఈ ఎలక్ట్రాన్లకు లోహస్పటికంలో ఒక చోటు నుండి మరొక చోటుకు సులభంగా తిరిగే స్వేచ్ఛ ఉంటుంది. ఇట్లాంటి అస్థానీకృత ఎలక్ట్రాన్లను 'వాహకత్వ ఎలక్ట్రాన్లు' (Conduction Electrons) అంటారు. (అయితే పరమాణువు యొక్క అతిబాహ్య కర్పరంలోని ఎలక్ట్రాన్లన్నీ వాహకత్వ ఎలక్ట్రాన్లై ఉండకపోవచ్చు). ఈవిధంగా లోహస్పటికం చలన శీల ఎలక్ట్రాన్ల సమూహంతో పరివేష్టితమై ఉన్న ధన అయాన్ల కూడలి అని మనం పరిగణింప వచ్చు. లోహాలలో గల ఇట్లాంటి అసాధారణమైన బంధాన్ని 'లోహబంధము' (Metallic bonding) అంటారు.

స్వేచ్ఛాచలనం గల ఎలక్ట్రాన్లు ఉండటం వల్ల ఏదైనా ఒక లోహానికి శక్త్యాంతరాన్ని (potential difference) అనువర్తనం చేయగానే ఎలక్ట్రాన్లు లోహంలో గుండా ప్రవహిస్తాయి. ఈ విధంగా లోహం విద్యుత్ వాహకతను విశదీకరించ వచ్చు.

లోహంలో ఏదైనా ఒక భాగాన్ని వేడి చేసినప్పుడు ఆ భాగంలోని కేంద్రకాల కంపనం (Vibration) ఎక్కువ అవుతుంది. అంటే వాటి గతిజ శక్తి ఎక్కువ అవుతుందన్నమాట. ఈ కేంద్రకాలు వాటి గతిజ శక్తిని స్వేచ్ఛా చలనం గల ఎలక్ట్రాన్లకు బదలాయిస్తాయి. ఈ ఎలక్ట్రాన్లు లోహం మిగతా భాగాలలోని కేంద్రకాలకు శక్తిని సరఫరా చేస్తాయి. ఈ విధంగా లోహపు ఉష్ణవాహకతను విశదీకరించ వచ్చు.

లోహపు ఉపరితలంపై కాంతి పడినప్పుడు అక్కడ ఉన్న సంచార ఎలక్ట్రాన్లు (Mobile

Electrons) కాంతిని శోషిస్తాయి. ఇందువల్ల ఆ ఎలక్ట్రాన్ల డోలనం (oscillation) ఎక్కువై వికిరణ శక్తిని ఉద్గారం (Emit) చేస్తాయి. (వికిరణ శక్తిని ఉద్గారం చేయటం చలనశీల విద్యుదావేశం యొక్క స్వాభావిక లక్షణం). వికిరణ శక్తి శోషణ, ఉద్గారం ఫలితంగా లోహం కాంతిని పరావర్తనం (Reflect) చేసి లోహపు తళుకును పొందుతుంది.

లోహస్పటికంలోని ధన అయాన్లు ఒకదానిపై నుండి ఇంకొకటి జారిపోతూ కూడా, అస్థానీకృత ఎలక్ట్రాన్ల వల్ల బంధి-పబడి ఉండటానికి వీలుగా ఉంటాయి. ఈ జారిపోవు స్వభావం కారణంగా లోహాలను పలచని రేకులలోకి మలచడానికి, అతి సన్నని తీగలలోకి లాగడానికి వీలవుతుంది. ఈ విధంగా లోహనిర్మాణం దృష్ట్యా లోహాల ఛర్మాలను విశదీకరించ వచ్చు.

## II

### మిశ్రలోహాలు

మానవ నాగరికత, దైనందిన కార్యకలాపాలలో లోహాలు ఎన్నతగిన పాత్రను వహించినప్పటికీ, పరిశుభ్ర లోహాల వాడుక చాలా తక్కువనే చెప్పాలి. ఎందువల్లనంటే, బంగారం, ప్లాటినం వంటి ఉత్కృష్ట లోహాలు తప్ప, మిగతా లోహాలు గాలి, నీటి ప్రభావంవల్ల కొద్దిగానో, గొప్పగానో మార్పును చెందుతాయి. ఇనుము తుప్పు పట్టడం, రాగి చిలుము పట్టడం మనకందరికీ తెలిసినదే ఈ విధంగా నీరు, గాలి ప్రభావం వల్ల ఇతర లోహాలకు కూడా వాటి ఉపరితలాలపై ఒక ఆక్సైడ్ పొర ఏర్పడటం సాధారణంగా జరుగుతూ ఉంటుంది. లోహం ఉపయోగాల

దృష్ట్యా ఇట్లాంటి పొరలు ఏర్పడటం వాంఛనీయం కాదు. ఇది గాక కొన్ని లోహాలు మెత్తగా ఉండటం వల్ల వాడటానికి పనికిరావు. వాటిని గట్టిపరచ వలసిన అవసరం ఎంతైనా ఉంది. ఈ కారణాలవల్ల రెండు లేక ఎక్కువ లోహాలను కలిపి మిశ్రలోహాలను తయారుచేస్తారు. ఈ మిశ్రలోహాలలో పరిశుభ్ర లోహాల ధర్మాలను తగురీతిలో మార్పుచేసి వాటిని నీరు, గాలివల్ల ప్రభావితం గాకుండా ఉంచటానికి, అవసరాలకు అనుగుణంగా మార్పుకోడానికి వీలవుతుంది. ఆధునిక పరిశ్రమలలో పరిశుభ్ర లోహాల కంటే మిశ్రలోహాల వాడుకే ఎక్కువ.

లోహం మిశ్రమాలు ద్రవరూపంలో నుండి మనీ భవించి నప్పుడు 'వివిధ రూపాల మిశ్రలోహ' స్వభావాలు ఏర్పడవచ్చు. ఈ మిశ్రలోహాలను స్థూలంగా మూడు రకాలలోకి విభజింపవచ్చు.

1. అనుఘటకాలు వేరు వేరుగా సృజితీకరణం చెందిన మిశ్రమం.
2. మన ద్రావణంగా రూపొందిన మిశ్రలోహాలు.
3. అంతర్లోహ (Intermetallic) సంయోగ పదార్థాలు ఏర్పడ్డ మిశ్రలోహాలు.

మిశ్రలోహపు నిర్మాణం, అది కలిగియుండవలసిన ధర్మాలుపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

మిశ్రలోహాల తయారీలో రాగి ముఖ్య పాత్రను వహించి ఉంది. ఈ లోహం ఉన్న మిశ్రలోహాలలో ప్రధానమైనవి-ఇత్తడి (Brass), కంచు (Bronze). ఇత్తడిలో 70-80 శాతం రాగి, 20-30 శాతం తుత్తునాగం (జింక్) ఉంటాయి. ఈ రెండు లోహాల శాతాలను తగురీతిలో మార్చి వివిధ ధర్మాలు గల ఇత్తడిని తయారుచేయవచ్చు. రాగి శాతం తగ్గి, జింక్ శాతం ఎక్కువైనకొద్దీ, ఇత్తడికి ఉన్న పసుపు పచ్చ వర్ణం (బంగారు వర్ణం) తగ్గి, దాని గట్టిదనం ఎక్కువ అవుతుంది. గృహాలలో వాడే పాత్రలను, పోత విగ్రహాలను, యంత్రసామగ్రి భాగాలను, సంగీత వాయిద్యాలను తయారు చేయడానికి ఇత్తడిని ఎక్కువగా వాడుతారు.

కంచులో 75-90 శాతం రాగి, 10-25 శాతం తగరము ఉంటాయి. పోత విగ్రహాలు, నాణెములు, చౌకరకమైన నగలు, గృహపాత్రలు, యంత్ర సామగ్రి భాగాలు తయారు చేయడానికి కంచును వాడుతారు.

జర్మన్ నిక్రోమ్ లో 80-90 శాతం రాగి, 10-20 శాతం జింక్, 20 శాతం నికెల్ ఉంటాయి. ఈ మిశ్రలోహము తెల్లగా ఉంటుంది. పాత్రలు,

నిరోధక సర్పిలాలు (Resistance coils) చేయడానికి దీనిని వాడుతారు.

**డ్యూరాల్యూమిన్ (Duralumin) :-** ఇది అల్యూమినియంతో తయారు చేసే మిశ్రలోహంలో ఒకటి. ఇది తేలికగాను, ఉక్కువలె దృఢంగానూ ఉంటుంది. ఇందులో 95 శాతం అల్యూమినియం, 4 శాతం రాగి, 0.5 శాతం మెగ్నీసియం, 0.5 శాతం మాంగనీస్ ఉంటాయి. విమానాల తయారీలో ఎక్కువగా దీనిని వాడుతారు.

**మెగ్నాలియం (Magnalium) :-** ఇందులో 90 శాతం అల్యూమినియం, 10 శాతం మెగ్నీసియం ఉంటాయి. ఇది అల్యూమినియం కంటే తేలికగానూ, బలంగానూ, దృఢంగానూ ఉంటుంది. దీనిని యాంత్రికంగా మలచడం సులభం. విమానాల భాగాలు, మోటార్ కార్ల ఇంజన్లు, ప్రయోగశాలలో వాడే తులాదండాలు తయారు చేయడానికి దీనిని వాడుతారు.

**స్టేయిన్ లెస్ స్టీల్ (Stainless steel) :-** ఇది ఆధునికంగా విరివిగా వాడబడే మిశ్రలోహాలలో ముఖ్యమైనది. ఉక్కుకు 12-15 శాతం క్రోమియంను కలిపినప్పుడు స్టేయిన్ లెస్ స్టీల్ లభిస్తుంది. ఈ మిశ్రలోహం కాంతివంతంగా ఉంటుంది. దీనిని క్షయ నిరోధకత (Resistance to corrosion) పొచ్చుగా ఉంటుంది. గృహపాత్రలు, టర్నెయిన్ భాగాలు తయారు చేయడానికి దీనిని వాడుతారు. వైసపేర్కొన్న మిశ్రలోహాల జాబితా చాలా చిన్నది. కొన్ని విలక్షణమైన మిశ్రలోహాలను మాత్రమే పేర్కొనడం జరిగింది, వివిధ లోహాలతో కొన్ని వందల మిశ్రలోహాలు తయారవుతున్నాయి. అవి అసంఖ్యాకంగా వాడబడుతున్నాయి.

## 52. గృహ నిర్మాణ వస్తువులు

ప్రతి మానవునికి నిలువ నీడ, కట్టడానికి బట్ట తినడానికి తిండి అవసరం. మన పూర్వుకులు తొలుదొలుత కొండ గుహలో తలదాచుకోవడం మనకు తెలుసు, తరువాత పూరిగుడిసెలు నిర్మించుకొని వాటిలో నివసిస్తూ వచ్చారు. కాలక్రమేణా మానవుని కోరికలు, అవసరాలు కూడ పెరుగుతూ వచ్చాయి. ఎండ, వాన, చలి, మొదలైన శీతోష్ణ స్థితుల బారినండి, మానవుని రక్షించేందుకే గాక గృహాలు మరికొన్ని సదుపాయాలతో జీవితాన్ని సుఖదాయకంగాను, ఆనందదాయకంగాను, చేసేవిగా ఉండాలనే భావం కలిగింది. అవి విశాలంగాను, సౌందర్యంగాను ఉండి, మరుగు మొదలైన సౌకర్యాలను కల్గి ఉండాలి. వీటిని సమకూర్చడానికి గృహనిర్మాణంలో అనేక మార్పులు వచ్చాయి. ఈ నాడు ఆకాశాన్నందే సౌధాలు కానవస్తున్నాయి. ఇంత ఎత్తైన భవనాలు, భూకంపాలకు సైతం చెక్కుచెదరకుండా తగు జాగ్రత్తలు తీసుకొనబడుతున్నాయి. గృహనిర్మాణానికి సంబంధించిన పరిశోధనలు ఇంకా విరివిగా సాగుతూనే ఉన్నాయి.

ఆధునిక గృహనిర్మాణంలో ఇటుకలు, సున్నం, సిమెంటు, కాంక్రీటు, పెంకులు, గాజు, ఇనుము మొదలైన అనేక వస్తువులు ఉపయోగించబడతాయి. వీటి తయారీలో రసాయన పరిజ్ఞానం అధికంగా వినియోగించబడుతుంది. వీటన్నింటిని గురించి తెలుసుకోవడానికి ఈ వ్యాస పరిధిలో తగినతావు ఉండదు. కనుక వీటిలో ముఖ్యమైన సిమెంటు, ఇటుక, సున్నం, కాంక్రీటు మొదలైన వాటిని ఎలా తయారు చేస్తారో, అవి ధృఢమైన భవనముల నిర్మాణంలో ఎలా ఉపయోగ పడుతున్నవో తెలుసుకుందాము.

**బంకమన్ను (Clay) :-** మానవుడు తొలుదొలుత గృహాలను మన్నుతోనే నిర్మించెను. ఫిరంగులకు కూడా చెదరని కోటగోడలుకూడ ఒకానొకప్పుడు మన్నుతో కట్టబడ్డాయి. మన్ను, వానలకు కరిగి పోవడంచేత దానిని ఇటుకలుగా మార్చి వాడడం జరిగింది. సిమెంటు తయారీలోను, ఇండికప్పులకు వాడే పెంకుల తయారీలో కూడ బంకమన్ను వాడబడుతుంది. దీనికి ఒక ప్రత్యేక స్వభావముంది. ఇది జిగురుగా ఉంటుంది. నీటితో కలిపితే మెత్తగా అవుతుంది, ఆరిన తరువాత దాం గట్టిబడుతుంది.

అయితే యీ మన్ను యొక్క సంఘటన ఏమిటి? ఇది సాధారణంగా సోడియం, పొటాసియం అల్యూమినియం సిలికేట్ల మిశ్రమంగా భావించబడుతుంది. దీని రసాయన సంకేతం  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ . దీనిని మిశ్రమ ఆక్సైడుగా కూడ పరిగణించవచ్చు. స్వల్ప పరిమితిలో మెగ్నీసియం సిలికేట్లు కూడా ఉండవచ్చు.\* స్వచ్ఛమైన బంకమన్ను తెల్లగా ఉంటుంది, దీనిని పింగాణి పాత్రల తయారీకి వాడుతారు.

మన్నులో ఇసుక, సుద్ద, ఐరన్ (III) ఆక్సైడు మలినాలుగా ఉండవచ్చు. ఐరన్ (III) ఆక్సైడు ఉండడం వల్ల మన్ను ఎరుపు రంగును కలిగి ఉంటుంది. ఇటువంటి, ఎర్రమన్నును కూజాలు, కుండలు, పెంకులు, ఇటుకలు, చేయడానికి ఉపయోగిస్తారు. మలినాలు మన్నుకు ఒక ప్రత్యేక ధర్మాన్ని అపాదిస్తాయి. ఇసుక మలినంగా ఉండడం వల్ల మన్నుతో చేయబడిన వస్తువులకు ఉష్ణనిరోధక శక్తి అధికమవుతుంది. సచ్చిద్రవ (Porosity) కూడా వృద్ధిపొందుతుంది. ఐరన్ ఆక్సైడు, సున్నం,

\*సిలిసిక్ ఆమ్లం యొక్క రచనాంశం సిలికేట్లు అంటారు. సిలికన్ టై ఆక్సైడు (సిలికా లేక ఇసుక) హైడ్రోక్లోరిక్ లేక నల్ఫ్యూరికామ్లంతో చర్యనొందడం వల్ల సిలిసిక్ ఆమ్లం ఏర్పడుతుంది.

మెగ్నీసియం కార్బనేటు, షారఆక్సైడ్లు దాని ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రతను తగ్గిస్తాయి. అది సులభంగా కరుగుతుంది.

### ఇటుకల తయారీ :

పైన చెప్పబడినటువంటి బంకమన్నును తగినంత నీటితో కలిపి మెత్తగా చేసి తగిన మూసలలో పోసి ఇటుకలు తయారు చేస్తారు. వీటిని మొదట నీడలో ఆరనిచ్చి తరువాత ఎండబెడతారు. ఎండిన తరువాత ఆర్పిల మీద పేరుస్తారు. పేర్చు పూర్తయిన తరువాత వాటిని మన్నుతో కప్పతారు (ఆధునిక పద్ధతిలో ఇటుకలను వృత్తాకారపు కొలిమిలో పేరుస్తారు). దీనిని ఇటుకల బట్టి అంటారు. బట్టి అడుగుదూరంలో మంటవేసి ఇటుకలను కాలుస్తారు. బట్టి ఉష్ణోగ్రత దాదాపు  $700^{\circ}$  సెం. ఉండాలి. తనలో రసాయనంగా కలిసి ఉన్న నీటిని కోల్పోడించుకున్న యొక్క సంఘటనలో మార్పు కలుగుతుంది. పర్యవసానంగా ఇటుకలు కొంచెం సంకోచం చెందుతాయి. వేడికి మన్ను కొద్దిగా కరుగుతుంది. తేనె పట్టువలె ఇటుకలు సూక్ష్మ రంధ్రాలను కలిగి ఉంటాయి. ఇలా ఏర్పడిన ఇటుకలు రాళ్లవలె గట్టిగా ఉంటాయి. నీటిలో ఎక్కువగా కరగవు. అందుచేత గృహనిర్మాణానికి ఉపయోగకరంగా ఉంటాయి.

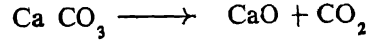
ఇటుకలను కాల్చే ఉష్ణోగ్రతను అధికం చేస్తే రంధ్ర రహితమైన ఇటుకలు ఏర్పడుతాయి. అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద మన్ను పాక్షికంగా కరిగి గాఢవంటి పదార్థంగా మారుతుంది. చల్లారునప్పుడు, కరిగిన మన్ను కరగని కణాలకు అతుక్కుని గట్టిగా పట్టుకుంటుంది. రంధ్రాలను పూడుస్తుంది.

### సున్నం (Lime) :

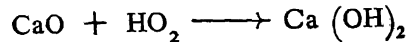
దీన్ని రసాయన శాస్త్రంలో కాల్షియం ఆక్సైడ్లు అంటారు. దీని సాంకేతం  $\text{CaO}$ . దీన్ని భూమిలో దొరికే సుద్ద, సున్నపురాళ్ల నుంచి తయారుచేస్తారు.

వీటిని కాల్షియం కార్బనేటు అంటారు. ఇది చలువ రాలిలోను, గ్రుడ్ల పెంకులలోను, సముద్రంలో దొరికే ఆకువ చిప్పలు, నత్తగుల్లలలోను ఉంటుంది. సుద్దను వేడిచేయడం వల్ల అది వియోగం చెంది, కాల్షియం ఆక్సైడ్లు (సున్నం), కార్బన్ డై ఆక్సైడ్లను యిస్తుంది.

$1000^{\circ}$  సె



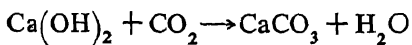
ఈ ప్రక్రియను సున్నపు బట్టిలలో కొనసాగిస్తారు. వేడిచేయడానికి రైలుబొగ్గను గాని, కచ్చెలను గాని ఉపయోగిస్తారు. ఊరిబయట సున్నపు బట్టిలను తరుచు మనం చూస్తూఉంటాం. సున్నాన్ని తయారు చేసే కర్మాగారాలు కూడ వెలిసాయి. కర్మాగారాలలో సుద్దను అంతర్భాగాన ఉష్ణనిరోధక ఇటుకల లైనింగు కల్గిన స్టీలు కొలుములలో వేడిచేస్తారు. ఇలా ఏర్పడిన సున్నం అనేక విధాల ఉపయోగపడుతుంది. దీనికి నీటితో కలిసే ఆసక్తి (Affinity) మెండు. నీటితో కలిసినప్పుడు ఇది వ్యాకోచం చెందుతుంది. చూర్ణంగా మారుతుంది. ఈ చర్యను ఉష్ణమోచక చర్య (Exothermic reaction) అంటారు. ఇందులో ఉష్ణం విస్తారంగా విసర్జించ బడుతుంది. కలిపిన నీరు ఎక్కువగా ఉంటే అది వేడెక్కి మరగడం ప్రారంభించడం తరుచు గమనిస్తూ ఉంటాం. ఈ చర్యలో కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్లు ఏర్పడుతుంది.



దీనిని తడిసున్నమని కూడ అంటారు. ఇది అనేక విధాల ఉపయోగపడుతుంది. కట్టసున్నం (మోర్టార్) లేక దంగు సున్నాన్ని తయారు చేయడానికి అధికంగా ఇది వాడబడుతుంది. విరంజన చూర్ణపు తయారీకి, క్రిమిసంహారానికి కూడ ఉపయోగిస్తారు. తోళ్ల పరిశ్రమలోను, గాఢ పరిశ్రమలోను కూడ ఇది ఉపయోగపడుతుంది.

కట్టుసున్నం లేక డంగు సున్నం  
(Mortar):

ఇది ముద్ద సున్నం (Slaked lime) నీరు, ఇసుకల మిశ్రమం. ఒక పాలు ముద్ద సున్నం, మూడు లేక నాలుగు పాళ్ళు ఇసుక, ముద్ద కావడానికి వలసిన నీటిని కలిపి గానుగలలో గాని, రోలర్ యంత్రాలలో గాని మెత్తగా నలగ్గడుతారు. ఇలా ఏర్పడిన ముద్దకు అంటి పట్టుకునే జిగురు స్వభావం ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇటుకలనుగాని, రాళ్ళను గాని, ఒక దానిపై మరొక దాన్ని పేర్చి అతకడానికి దీనిని ఉపయోగిస్తారు. గోడల పూత పని (Plastering)కి కూడ ఉపయోగ పడుతుంది. గాలి సోకినపుడు నీటిని కోల్పోయి ఘనీభవించి గట్టిబడుతుంది. గాలిలోని కార్బన్ డై ఆక్సైడును గ్రహించి కాల్షియం కార్బనేటుగా మారుతుంది.



ఇసుక రేణువులను బంధించి ఉంచుట చేత కూడ కట్టుసున్నం గట్టిబడుతుంది. మొదట్లో ఈ చర్య ఉపరితలంపైననే జరుగుతుంది. అంతర్భాగం లోని పొరలు, ఆరిన ముద్ద సున్నంలో ఇరుక్కున్న సిలికా కణాలనుకల్గి ఉంటాయి. ఈ చర్య నెమ్మదిగా జరగడంవల్ల ముద్దసున్నం పూర్తిగా గట్టిపడడానికి అనేక సంవత్సరాలు పట్టవచ్చు. అందుచేత రోజులు గడిచేకొద్దీ డంగు సున్నపు గట్టితనం వృద్ధి చెందుతూ వస్తుంది. డంగు సున్నం గట్టిపడడానికి కార్బన్ డై ఆక్సైడు కావాలి. కాబట్టి అది గాలిలో తప్ప నీటి అడుగున గట్టిబడదు. ఆనకట్టలు, వంతెనలు మొదలైన నదీగర్భ నిర్మాణాలలో ఇది ఉపయోగ పడదు. అటువంటి నిర్మాణాలకు నీటిలోగాని, గాలిలోగాని తొందరగా గట్టిపడే పదార్థం కావాలి. ఈ స్వభావాన్ని కల్గిన పదార్థం సిమెంటు.

సిమెంటు (Cement): ఇది ముఖ్యంగా కాల్షియం, అల్యూమినియం సిలికేట్ల మిశ్రమం. కొద్దిప్రమాణంలో

జిప్సమ్ (Calcium sulphate  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) నుకూడ కల్గిఉంటుంది. దీన్ని తయారు చేయడానికి కావలసిన ముడి పదార్థాలు సుద్ద ( $\text{CaCO}_3$ ), బంక మన్ను ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), ఈ రెండిని 3:1 నిష్పత్తిలో అధిక ఉష్ణోగ్రత ( $1400^\circ \text{సెం.}$ ) వద్ద వేడిచేస్తే సిమెంటు ఏర్పడుతుంది.

దీన్ని తయారు చేయడానికి తడి, పొడి అనే రెండు విధానాలున్నాయి. వీటి రెండింటినీ ఉండే వ్యత్యాసం కేవలం ముడి పదార్థాల అభిచర్య (Treatment) లోనే ఉన్నది. ముడిపదార్థాల సంఘటన స్థిరంగా ఉంటే పొడి విధానాన్ని, అస్థిరంగా ఉంటే తడి విధానాన్ని అవలంబిస్తారు. పొడి విధానంలో ముడి పదార్థాలను చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చిత్తక గొట్టి ఎంత బెడతారు. ఎండిన పదార్థాలను వేర్వేరు కుప్పలుగా పోసి ఉంచుతారు. కావలసినప్పుడు వీటిని తగుపాళ్ళలో కలిపి చూర్ణం చేసి ఉష్ణబద్ధిం (fire kilns) లో భర్జన (Roast) చేస్తారు.

తడి విధానంలో ముడి పదార్థాలను దంచి పొడి చేసి, మిశ్రమానికి కొంచెం నీటిని కలుపుతారు. ఇలా ఏర్పడిన మిశ్రమాన్ని స్లరీ (Slurry) అంటారు. దీన్ని తరువాత మెత్తని పొడిగా విసిరి పెద్ద తొట్టెలలో ఉంచుతారు. ఇలా చేయడం వల్ల మిశ్రమం యొక్క సంఘటనలోని లోపాలుగాని, హెచ్చుతగ్గులు గాని ఏమైనా ఉంటే సరిదిద్ద బడతాయి.

పై విధంగా సిద్ధం చేయబడిన సుద్ద, బంక మన్నుల మిశ్రమాన్ని (పొడి చూర్ణం రూపంలోగాని, స్లరీరూపంలోగాని) కరగడం ఆరంభమయ్యేంత వరకు రోటరీ కొలుములలో వేడిచేస్తారు. రోటరీ కొలుములనబడేవి పెద్ద స్త్రీలు గొట్టాయి. ఇవి 25 మీటర్ల నుంచి 70 మీటర్ల పొడవును, 2 మీటర్ల నుంచి 3 మీటర్ల వ్యాసార్థాన్ని కల్గి ఉంటాయి. వీటిలోపలి భాగంలో ఉష్ణ నిరోధక యిటుకల లైనింగు

ఉంటుంది. ఈ కొలుములు ఏటవాలుగా అమర్చబడి నెమ్మదిగా పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి.

స్ట్రీనిగాని, పొడి మిశ్రమాన్నిగాని కొలిమి యొక్క ఊర్ధ్వపు కొనగుండా ప్రవేశ పెడతారు. తయారైన పదార్థం దిగువ కొననుండి సేకరించబడుతుంది. మిశ్రమం కొలిమి పైభాగంనుండి క్రిందకు చేరడానికి దాదాపు మూడు గంటలు పడుతుంది. బొగ్గు పొడినిగాని, ఇంధనపు నూనెనుగాని మండించగా ఏర్పడిన మంటలను, కొలిమి దిగువ కొనగుండా, 10 నుంచి 15 మీటర్ల ఎత్తు వరకు, పంపిస్తారు. ఇలా చేయడంవల్ల కొలిమిలో దాదాపు  $1400^{\circ}$  సెం. ఉష్ణోగ్రత ఏర్పడుతుంది కొలిమిలో కెల్ల అత్యధిక ఉష్ణోగ్రత గల భాగమిదే. ఈ భాగంలో అతిక్లిష్టమైన రసాయన చర్యలు జరుగుతాయి. నీటిఆవిరి, కార్బన్ డైఆక్సైడు విసర్జించబడతాయి. ఘనపదార్థ కణాలు కరిగి భిన్న పరిమాణాల గడ్డలుగా తయారువుతాయి. ఈ గడ్డలను క్లింకర్లు (clinkers) అంటారు.

సుద్ధ + బంకమన్ను - సిమెంటు + నీటి ఆవిరి + కార్బన్ డై ఆక్సైడ్

చల్లారిన తరువాత క్లింకర్లను చూర్ణీకరణ యంత్రాలగుండా పంపి, మెత్తని భస్మంగా మారుస్తారు. క్లింకర్ల రూపంలో సిమెంటు ఎంత కాలమైనా చెడిపోకుండా ఉంటుంది. భస్మరూపంలో సిమెంటు తడి తగిలితే గట్టిపడిపోతుంది. అందుచేత దానిని తడిలేని ప్రదేశంలో నిల్వ చేయాలి. లేదా దాని గట్టిపడే కాలపరిమితిని పెంచాలి. సిమెంటుకు 2 లేక 3 శాతం జిప్సమ్ను కలపడంవల్ల ఇది సాధ్యమవుతుంది. జిప్సమ్ను కలపడంలో మరొక లాభం కూడా ఉంది. సిమెంటు గట్టిపడిన తరువాత పగుళ్ళేర్పడవు.

కట్టనున్నప్పుడే గాక సిమెంటుకు నీటిలోకూడ, గట్టిపడే స్వభావం ఉంది. దీనికి కొన్ని రసాయన క్రియలు కారణమని భావిస్తున్నారు. అయితే యీ

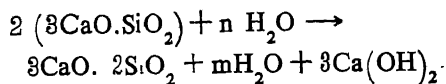
రసాయన చర్యల స్వభావం పూర్తిగా స్పష్టం కాలేదు. సిమెంటు యొక్క సంఘటన, గట్టిపడే విధానం అతి క్లిష్టమైనవి. వాటిని గురించి భేదాభిప్రాయాలు మెండు.

సాధారణంగా సిమెంటులో ద్వి కాల్షియం సిలికేటు ( $3\text{CaO}, \text{SiO}_2$ ) కాల్షియం ఆల్టో సిలికేటు ( $2\text{CaO}, \text{SiO}_2$ ) ద్వి కాల్షియం అల్ట్రామినేట్ ( $3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$ ), సంశ్లిష్ట కాల్షియం అల్ట్రామినేట్లు ఉంటాయి. చివరి పదార్థం  $5\text{CaO}$ .  $3\text{Al}_2\text{O}_3$ గా భావించబడినప్పటికీ, నిజానికి ఇది  $12\text{CaO}$ ,  $7 \text{Al}_2\text{O}_3$  అని చెప్పవచ్చు. కొద్ది పరిమాణంలో సున్నమా, కాల్షియం అల్ట్రామిన్ ఫెరైట్ ( $4 \text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2 \text{O}_3$ ) కూడా సిమెంట్లో ఉంటాయి. ఐరన్ ఆక్సైడు మలినం వల్ల సిమెంటు రంగును కల్గి ఉంటుంది. మలిన రహితమైన సిమెంటు తెల్లగా ఉంటుంది.

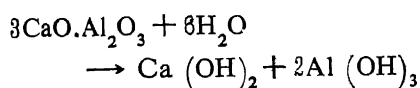
నీటితో కలిసిన వెంటనే సిమెంటు నీటిని గ్రహించి జెల్ ( $3\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, 6\text{H}_2\text{O}$ ) గా మారుతుంది. జెల్ నెమ్మదిగా స్ఫటికీకరణ చెందుతుంది. నీరు కార్బన్ డై ఆక్సైడులతో కలిసి గట్టి స్ఫటిక రూపంలోని సమ్మేళనా లేర్పడతాయని ఆనేక మంది శాస్త్రజ్ఞులు విశ్వసిస్తున్నారు. తడి సిమెంటు శీఘ్రంగా గట్టిపడడానికి ఇదే కారణం. దానిలోని సిలికేట్లు పాక్షిక జలవిశ్లేషణ (Hydrolysis) వల్ల సార్ద్రములు (hydrated) అవుతాయి. హైడ్రేటెడ్ సిలికేట్లు ఏర్పడతాయి. ఇవి సూదులవంటి స్ఫటికాలుగా మారతాయి. సిలికేట్ల కన్న ద్వికాల్షియం అల్ట్రామినేట్ శీఘ్రంగా నీటితో చర్యనొంది సార్ద్ర సమ్మేళనం ఏర్పడుతుంది. ఐహళాః ఇది మొదటి దశ. సెట్టింగ్లో ఇది ప్రధాన పాత్ర వహించవచ్చు. అస్ఫటికీకృతి గల సార్ద్ర సమ్మేళనం క్రమేపి స్ఫటికీకరణ చెందుతుంది. అదే సమయంలో సల్ఫ్ అల్ట్రామినేట్ స్ఫటికములు ఏర్పడుతాయి. అల్ట్రామినేట్లు జిప్సమ్తో చర్య నొందడంవల్ల ఇవి ఏర్పడ



వచ్చని భావించబడుతుంది. ఇవి సెట్టింగును నిరోధిస్తాయి. సెట్టింగ్ కాలపరిమితి పొడిగించ బడుతుంది. తదుపరి ద్రై కాల్షియం సిలికేట్ జలవిశ్లేషణ చెంది మోనో సిలికేటు, సార్ట్రో మగు సున్నముల మిశ్రమంగా మారుతుంది.



కాల్షియం అల్యూమినేట్ జలవిశ్లేషణ కూడ జరుగుతుంది.



ఇలా ఏర్పడిన కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ స్పటికీకరణ చెంది కాల్షియం సిలికేటు కణాలను బంధించి ఉంచుతుంది. దానిలోని అల్పాంత రాకాల (Interstices)ను అల్యూమినియం హైడ్రాక్సైడ్ పూరిస్తుంది.

ఈ విధంగా జరగడం వల్ల పదార్థం చొరశక్యం కానిదై (Impervious) సెట్టింగు తొందరగా పూర్తవుతుంది. కాని గట్టిపడడానికి వ్యవధి కావాలి. దాదాపు ఒక నెల పడుతుంది. పైన పేర్కొన్న రసాయన చర్యలు పూర్తి కావడానికి సిమెంటు కట్టుబడిన తరుచు తడుపుతూ ఉండాలి.

### కాంక్రీటు (Concrete) :

గృహ నిర్మాణంలో కాంక్రీటు విరివిగా వాడబడడం తరుచు గమనిస్తూ ఉంటాం. ఇది సిమెంటు, ఇసుక, కంకరల మిశ్రమం. ఈ మిశ్రమానికి తగినంత నీటిని కలిపి మిక్సర్లు (Mixers) అనబడే యంత్రాలలో వేసి బాగా కలుపుతారు. ఇలా చేయబడిన మిశ్రమం కొద్దిసేపు మెత్తగా ఉంటుంది. దానిని కావలసిన ఆకారంలో పోతపోయవచ్చు. దీనిలో కొన్ని రసాయన క్రియలు జరిగి కాంక్రీటు బాగా గట్టిపడుతుంది. సిమెంటులోని సమ్మేళనాలు ఒక దానితో మరొకటి చర్య నొందగా ఏర్పడిన పదార్థాలు ఇసుక రేణువులకు కంకరకు అంటుకుని

వానిని ఒకదాని కొకటి అతుకుతాయి. గట్టిపడిన తరువాత కాంక్రీటు ఎంత ఒత్తిడినైనా భరిస్తుంది. ఎంత భారానైనా అపుతుంది. పునాదులకు, అనకట్టల నిర్మాణానికి ఒక పాలు సిమెంటు, 4నుంచి 7పాళ్ళు ఇసుక, కంకర కలుపుతారు.

### ప్రబలీకృత సిమెంటు కాంక్రీటు : (Reinforced cement concrete)

కాంక్రీటు దృఢత్వాన్ని మరింత అధికం చేయడానికి దానిమధ్య ఇనుము లేక స్టీలు కడ్డీలను గాని, ఊచలను గాని, వాటితో చేసిన చట్రాన్ని గాని, ఉంచుతారు. ఈ చట్రంచుట్టు బల్లలు పేర్చి కాంక్రీటును దానిలో నింపుతారు. ఆరిన తరువాత బల్లలను తీసేస్తారు. ఇవి వంతెనలు, అనకట్టలు, ఇంటి కప్పుల నిర్మాణాలలో ఎక్కువగా ఉపయోగపడుతుంది.

### రాతినార సిమెంటు (Cement Asbestos):

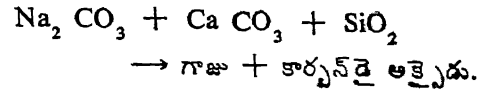
రాతినార అనబడేది మెగ్నీసియం సిలికేటు. ఇది సన్నదారాలవలె రాళ్ళలో ఉంటుంది. ఇది రాళ్ల నుంచి సంగ్రహించ బడుతుంది. చితుకు గొట్టబడిన రాళ్లను అల్పపీడనానికి గురిచేయడంవల్ల దారాలు రాళ్లనుండి విడిపోతాయి. ఇలా లభ్యమైన దారాలు గుడ్డగా గాని, కాగితంగా గాని తయారు చేయబడతాయి. వీరి ఉష్ణ విద్యుద్వాహకతలు బహుస్వల్పములు.

సిమెంటు ఆస్బెస్టాస్ తయారీలో ఇది విస్తారంగా ఉపయోగించ బడుతుంది. రాతినారను, సిమెంటుతో కలపడం వల్ల సిమెంటు ఆస్బెస్టాస్ ఏర్పడుతుంది. రాతినార సిమెంటుల మిశ్రమానికి నీటిని కలిపి ముద్దగా చేసి, అముద్దను మూసలలో గాని స్టీలు పలకల మీద గాని వేసి అధికపీడనానికి గురిచేసి ఆరనిస్తారు. పోత గట్టిపడుతుంది. ఈ విధంగా రేకులుగాని, గొట్టాలు గాని తయారు చేయవచ్చు. రేకులు యింటి కప్పులకు లేక పరదాలకు ఉపయోగ

పడతాయి. వీటికి కాలే స్వభావం లేదు కాబట్టి అగ్ని ప్రమాదాలకు గురికావు. రాతినార సిమెంటు గొట్టాలను నీటి సరఫరాకు ఉపయోగిస్తారు.

గాజు Glass) :

గృహనిర్మాణంలో గాజు యొక్క ఉపయోగం కూడ ఉంది. కిటికీ తలుపులకు గాజు పలకలు ఉపయోగించబడడం గమనిస్తూ ఉంటాం. అనేక శతాబ్దాల నుంచి గాజు మానవాళికి పరిచితం. అతి పురాతన రసాయన పరిశ్రమలలో గాజు తయారీ ఒకటి. నాల్గవేల సంవత్సరాల పూర్వం నుంచి గాజు తయారుచేయబడుతూ వచ్చింది. కరిగిన కాల్షియమ్, సోడియం సిలికేట్ల మిశ్రమంగా గాజు పరిగణించబడుతుంది. దాని ఉష్ణాయంపు సంఘటన  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $5\text{SiO}_2$ . తయారుచేయడానికి కావలసిన ముడిపదార్థాలు-ఇసుక (సిలికా), సుద్ధ (కాల్షియం కార్బనేటు), సోడియం కార్బనేటు. ఉష్ణ నిరోధక ఇటుకల లైనింగు గల పెద్ద కొలుములలో వీటి మిశ్రమాన్ని  $2500^\circ$  సెం. కు వేడి చేస్తారు. దీనిలో వాడబడే ఇసుక స్వచ్ఛమైనదిగా ఉండాలి. ఐరన్ సమ్మేళనాలు లేకుండా తెల్లగా ఉండాలి. కాకుంటే గాజుకు ఒక విధమైన లేత ఆకుపచ్చని రంగు వస్తుంది,



కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ నిర్గమనం తగ్గిన వెంటనే చర్య పూర్తయినట్లు భావించవచ్చు. కరిగిన మిశ్రమాన్ని కొలిమినుండి వేరుచేసి దానిని మూసలలో పోతపోయవచ్చు. గాజు పలకలను ఈ విధంగా తయారు చేస్తారు. సాగదీయడంవల్ల, లేక ఊదుగొట్టాలతో ఊదడంవల్ల అనేక అకారం పాత్రలను, వస్తువులను తయారు చేయవచ్చు. అలా తయారు చేయబడిన సామగ్రిని అతి నెమ్మదిగా చల్లారుస్తారు. ఇలా క్రమబద్ధంగా చల్లార్చడాన్ని ఎనీలింగ్ (Annealing) అంటారు. అలా చల్లార్చడంవల్ల పెట్రోసూదనం తక్కువగా ఉంటుంది. బాగా చల్లారిన తరువాత గట్టపడుతుంది. వేడి చేస్తే మొదట మెత్తబడి తరువాత కరుగుతుంది. గాజు మెత్తగా ఉన్నప్పుడు దానిని ఏ ఆకారం లోకైనా మార్చవచ్చు.

గాజుయొక్క దర్మాలు, దాని సంఘటన మీద ఆధారపడి ఉంటాయి. అవసరాలనుబట్టి సంఘటనను మార్చి పలురకాల గాజును తయారు చేస్తారు. కొన్నిరకాల గాజు, వాని తయారీకి కావలసిన ముడిపదార్థాలు, వాని ఉపయోగాలు క్రింది పట్టికలో పేర్కొనబడ్డాయి.

### పట్టిక 1

కొన్ని రకాల గాజు, వాని తయారీకి కావలసిన ముడి పదార్థాలు, వాని ఉపయోగాలు.

క్రమ సంఖ్య	గాజుయొక్క రకము.	కావలసిన ముఖ్య ముడి పదార్థాలు.	గాజు ఉపయోగాలు.
1.	మృదువైనగాజు(Soft glass)	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{CaCO}_3$ , $\text{SiO}_2$	సీసాలు, గాజు సామగ్రి, కిటికీలకుపయోగించే అద్దపు పంకలు.
2.	ప్లై గాజు.	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{CaCO}_3$ , $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ బోరేక్స్.	పరిశోధనకు కావలసిన సామగ్రి, బట్టిలలో ఉపయోగించే సామగ్రి. కారులైట్ల మూతలు.
3.	ప్లీట్ గాజు.	$\text{K}_2\text{CO}_3$ , $\text{CaCO}_3$ , $\text{SiO}_2$ , $\text{PbO}$	విద్యుద్దీపాలకు, అప్లికేర్ పనిముట్లకు.
4.	ఆప్టికల్ గాజు	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{K}_2\text{CO}_3$ , $\text{SiO}_2$ , $\text{As}_2\text{O}_3$	కంటి కటకాలు, కెమేరా, దుర్బిణీల కటకాలకు.

రంగు గాజు (Coloured glass):

గాజు తయారీలో వాడబడే ముడి పదార్థాలలో ఫెర్రస్ సిలికేటు కలుషంగా ఉంటే, గాజుకు ఒక విధమైన లేత ఆకుపచ్చని రంగు వస్తుందని పైన పేర్కొన్నాం. కొద్ది పరిమాణంలో యితర లోహాల

ఆక్సైడులను కలిపి వివిధ వర్ణాలు కల్గిన గాజును తయారు చేయవచ్చు. దీనిని రంగు ఆద్దాల తయారీకి ఉపయోగిస్తారు, క్రింది పట్టికలో గాజు యొక్క రంగు, అది కలగడానికి ఉపయోగించబడిన లోహ ఆక్సైడు పొందుపరచబడినాయి.

## పట్టిక 2

కొన్ని రకాల రంగు గాజులు.

క్రమ సంఖ్య	కలిపిన పదార్థం.	గాజు రంగు.
1.	కోబాల్టు ఆక్సైడు	నీలి
2.	టిన్ ఆక్సైడు	పాలవన్నె.
3.	క్రోమియం ఆక్సైడు	ఆకుపచ్చ.
4.	సెలీనియం ఆక్సైడు	ఎరుపు.
5.	కాడ్మియం ఆక్సైడు	పసుపు.
6.	ఫెర్రిక్ లవణాలు.	బూడిద రంగు
7.	గంధకం.	నలుపు.
8.	మాంగనీసు.	ఎమర్లైడ్
9.	బొగ్గు పొడి.	ఆంబర్.

డా॥ బట్ట సుబ్రహ్మణ్యం.

## 53. ఎరువులు

( Fertilisers )

మానవులతో బాటు అనేక జంతువులు తమ ఆహారం కోసం మొక్కలమీద ఆధారపడి ఉన్నాయి. జంతువులకు, మానవులకు కావలసిన పిండి పదార్థం, మాంసకృత్తులు, క్రొవ్యు పదార్థాలు, విటమిన్లు, మొదలైనవి కూరగాయలు, ఆకుకూరలు, గింజలు, పండ్లు మొదలైన వాని ద్వారా లభ్యమవుతాయి. మొక్కలు తమకు కావలసిన ఆహారాన్ని తామే స్వయంగా తయారు చేసుకుంటాయి. గాలినుంచి

కార్బన్ డైఆక్సైడును, భూమినుంచి నీటిని, గ్రహించి సూర్యరశ్మిని ఆకులలోని క్లోరోఫిల్ను వాడి పిండిపదార్థాన్ని తయారు చేసుకుంటాయి. దానిలో ఎక్కువ శాతం స్వప్రయోజనానికి ఉపయోగించు కుంటాయి.

మొక్కలు ఏవుగాను, ఆరోగ్యకరంగాను, బలంగాను, బ్రతకడానికి నైట్రోజన్, పొటాసియం,

భాస్వరం అనే మూలకాలు ముఖ్యంగా కావాలి. వీనితోబాటు, కాల్షియం, మెగ్నీసియం, సోడియం, సిల్లికా, గంధకం, ఇనుము మొదలైన మూలకాలు కూడ అవసరం. ఇవిగాక రాగి, జింకు, బోరన్, కోబాల్టు, అనే మూలకాలు స్వల్ప పరిమాణంలో ఉండవలె. నైట్రోజన్, వాతావరణంలో విశేషంగా ఉంది. కాని మూలక రూపంలోని ఈ నైట్రోజన్ను మొక్కలు గ్రహించలేవు. సమృద్ధిగా రూపంలోని నైట్రోజన్ను మాత్రమే స్వీకరించ గలవు. అందు చేత దీనిని నైట్రేట్లు రూపంలోగాని అమోనియా రూపంలోగాని మొక్కలకు అందజేయాలి.

మిగతా మూలక సమృద్ధిగానూ కూడ చాలినంత పరిమాణంలో భూమిలో ఉంటాయి. ఉదాహరణకు, ద్రావణ రూపంలో పొటాసియం ఆక్సైడ్  $(K_2O)$  0.01 శాతం వరకు ఉంటుంది. ఇది సరిపడుతుంది. కాని పంట వెంబడి పంటను వరుసగా పండించడం వల్ల భూమిలో దీని శాతం క్రమేపీ క్షీణిస్తుంది. ఒక సంవత్సరంలో ఒక ఎకరంనుంచి 1.25 పౌండ్ల కన్న ఎక్కువ పొటాసియం ఆక్సైడ్ మొక్కల చేత గ్రహించ బడుతుంది. ఇదే విధంగా ఇతర సమృద్ధిగా పదార్థాలు కూడ భూమినుండి గ్రహించ బడతాయి. కాలక్రమేణా భూమిలో వీని పరిమాణం క్షీణించి భూమి, నిస్సారమవుతుంది. భూమి సారాన్ని నిలబెట్టడం కోసం పైన పేర్కొన్న మూలకాల సమృద్ధిగాను భూమికి తిరిగి చేర్చాలి. ఇలా భూ సారాన్ని నిలబడానికి ఉపయోగించే పదార్థాలను ఎరువులంటారు.

మొక్కలకు కావలసిన పొటాసియంను, పొటాసియం క్లోరైడు, పొటాసియం సల్ఫేటు రూపాలలోను, నైట్రోజన్ను సోడియం లేక కాల్షియం నైట్రేటు రూపంలో గాని అమోనియం సల్ఫేటు, అమోనియం నైట్రేటు రూపంలోగాని లేక యూరియా రూపంలో గాని అందజేయ వచ్చు. భాస్వరాన్ని పాస్ఫేట్ల రూపంలో అందజేయ వచ్చు.

సహజ ఎరువులు (Manures) :

పైన పేర్కొన్న లవణాలు చాలవరకు ప్రకృతిలో లభ్యమయ్యే పదార్థాలలో ఉంటాయి. ఉదాహరణకు కుళ్ళిన పెంట, ఎముకలు, తోళ్లు, పిట్టల మరియు జంతువుల మలమూత్రాలు, చేపల పొలుసులు, ముళ్లు మొదలైనవి, ఇవి భూమిలో కుళ్ళి సూక్ష్మ క్రిముల వల్ల మొక్కలకు స్వీకార యోగ్యమైన నైట్రేట్లుగాను, పాస్ఫేట్లుగాను మార్పు చెందుతాయి. కచ్చెల బూడిద, ఆకుల బూడిద పొటాసియంలవణాలను కల్గి ఉంటాయి. అందుచేత పైన పేర్కొన్న పదార్థాలను ఎరువులుగా వాడడం ఆదినుంచి వస్తున్న అలవాటు. పశువులపేద, గొర్రెలపెంట ప్రస్తుత కాలంలో కూడ విరివిగా వాడబడడం అనుదినం గమనిస్తున్న సంగతే.

సంయోజిత లేక రసాయన ఎరువులు :

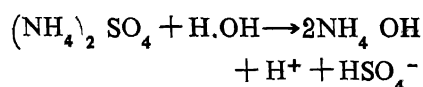
సహజ ఎరువులు చాలినంత పరిమాణంలో లభ్యం కాకపోవడం వల్ల సంయోజిత ఎరువులు సృష్టించ బడ్డాయి. వీటిని రసాయన పరిజ్ఞానంతో తయారు చేస్తారు. అందుచేత వీటిని రసాయన ఎరువులని కూడ అంటారు. అయితే నైట్రోజన్, భాస్వరం, పొటాసియంలను కల్గిన ప్రతి రసాయన పదార్థం ఎరువుగా ఉపయోగ పడదు. వీటిలో మొక్కలకు కావలసిన పదార్థాలు సులభంగా లభ్యం కావాలి. మొక్కలు తమ వ్రేళ్లద్వారా ద్రావణ రూపంలోని లవణాలనే గ్రహించ గలవు. కాబట్టి ఆ పదార్థాలు నీటిలో బాగా కరగాలి. అవి మొక్కలకు చాల కాలం వరకు అందుబాటులో ఉండే నిమిత్తం అధిక స్థిరత్వాన్ని కల్గి ఉండాలి. అటువంటి పదార్థాలే ఎరువులుగా ఉపయోగ పడతాయి. ఇప్పుడు రసాయన ఎరువులలో ముఖ్యమైన కొన్నింటి తయారీని పరిశీలిద్దాం.

## 1. నత్రజని ఎరువులు (నైట్రోజినస్ ఎరువులు)

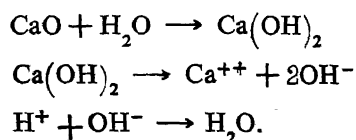
మొక్కలకు కావలసిన నత్రజనిని సరఫరా చేసే ఎరువులను నైట్రోజినస్ ఎరువులంటారు. వీనిలో ముఖ్యమైనవి అమ్మోనియం సల్ఫేటు, కాల్షియం, అమ్మోనియం నైట్రేటు, యూరియా.

### (a) అమ్మోనియం సల్ఫేటు :

నైట్రోజన్ ఎరువులలోకెల్ల ఇది ఒక ముఖ్యమైన ఎరువు. ఇది జొన్న, ఆలుగడ్డ (బంగాళాదుంప) పంటలకు మిక్కిలి ఉపయోగకరం. మిశ్రమ ఎరువుల తయారీకి కూడా చాల ఉపయోగం. తేమగల భూములకు, సున్నం తక్కువగా ఉన్న భూములకు దీనిని ఎక్కువగా ఉపయోగించరాదు. భూమిలో అమ్మోనియం సల్ఫేటు జలవిశ్లేషణం చెందడం వల్ల అమ్మోనియం ప్రొట్రాక్సైడ్, సల్ఫ్యూరికామ్లం ఏర్పడతాయి. మొక్కల చేత అమ్మోనియా గ్రహించబడగా క్షేత్రంయొక్క ఆమ్లత (Acidity) పెరుగుతుంది.



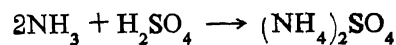
ఇది మొక్కల పెరుగుదలకు హానికరం. భూమిలో సున్నం ఉంటే అది ఏర్పడిన ఆమ్లాన్ని తటస్థీకరణ చేస్తుంది.



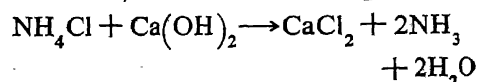
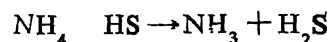
సున్నం తక్కువగా ఉన్న భూములలో ఈ తటస్థీకరణ పూర్తిగా జరగదు. భూమిలోని నైట్రీఫయింగ్ సూక్ష్మక్రిములు (Nitrifying bacteria) అమ్మోనియం సల్ఫేటును నైట్రేట్లుగా మారుస్తాయి. ఇవి మొక్కలకు స్వీకారయోగ్యంగా ఉంటాయి. లేమ ఎక్కువగా ఉండడంవల్ల భూమిలో గాలిసరఫరా

చాలినంతగా ఉండదు. దానివల్ల నైట్రీఫికేషన్ మందగిస్తుంది. సంపూర్ణించెందదు.

అమ్మోనియాను సల్ఫ్యూరికామ్లంతో చర్యనొందించడం వల్ల అమ్మోనియం సల్ఫేటు ఏర్పడుతుంది.



దీనికి కావలసిన అమ్మోనియా, కోల్ విధ్వంసాత్మక స్వేదన క్రియ (Destructive distillation of coal) నుంచి గైకొనబడుతుంది. కోల్ నుంచి కోల్ గాస్ అనే వాయువిధానాన్ని తయారుచేసే పరిశ్రమలో గాఢ అమ్మోనియా (Liquor ammonia) ఉపపదార్థం (By product)గా లభిస్తుంది. ఒక లీటరు అమ్మోనియా ద్రావణం 17 గ్రాముల అమ్మోనియా లవణాలను (ఉదా॥ అమ్మోనియం కార్బనేటు, అమ్మోనియాం సల్ఫేటు) కల్గి ఉంటుంది ఇలా లభించిన గాఢ అమ్మోనియాను మొదట నీటిఆవిరితోను, తరువాత కాల్షియం ప్రొట్రాక్సైడు తోను కలిపి కాగులలో వేడిచేస్తారు. ఇలా చేయడంవల్ల అమ్మోనియా లవణాలు వియోగం చెంది అమ్మోనియా నిస్తాయి.



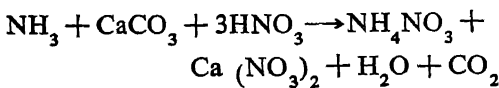
కాగుల నుంచి వెలువడే అమ్మోనియా వాయువు నీటి యావిర్ల మిశ్రమాన్ని 80 శాతం సల్ఫ్యూరికామ్లం (ఫేబర్ ఆమ్లం) లోనికి పంపిస్తారు. అమ్మోనియా, సల్ఫ్యూరికామ్లంతో చర్య నొంది 99 శాతం స్వచ్ఛమైన అమ్మోనియం సల్ఫేటు ఏర్పడుతుంది.

దీనిని మరొక విధంగా కూడా తయారు చేయవచ్చు. అమ్మోనియా ద్రావణంలో కాల్షియం సల్ఫేటును అవలంబన(suspend)చేసి దాని గుండా కార్బన్ డైఆక్సైడును పంపుతారు. ఈ క్రియలో అమ్మోనియం సల్ఫేటు, కాల్షియం కార్బనేటు ఏర్ప

దతాయి. అమ్మోనియం నల్మేటు సీటిలో కరగడం వల్ల ద్రావణరూపంలో ఉంటుంది. కాల్షియం కార్బనేటు సీటిలో కరగని కారణంవల్ల అవక్షేపం (Precipitate) చెందుతుంది. దీనిని వడపోసి, వచ్చినద్రవం (Filtrate) నుంచి అమ్మోనియం నల్మేటును స్పటికీకరణ చేయవచ్చు.

### (b) కాల్షియం అమ్మోనియం నైట్రేటు :

దీనికి ఆర్థో గ్రహణ శీలత ఎక్కువ. బాగా సీటిలో కరుగుతుంది. అందుచేత మొక్కలు దీనిని నేరుగా స్వీకరించగలవు. భూమిలో ఏ విధమైన మార్పు చెందనక్కర లేదు. దీనిని కాల్షియం నైట్రేటు, అమ్మోనియం నైట్రేట్ల మిశ్రమంగా పరిగణించవచ్చు. ఈ రెంటిలో అమ్మోనియం నైట్రేటుకు అస్థిరత్వం మెండు. అది ప్రేలుడు స్వభావాన్ని కల్గి ఉంటుంది. అందుచేత ఆ రెండు లవణాలను వేర్వేరుగా తయారు చేసి మిశ్రమం చేయడం సాధ్యంకాదు. అందుచేత నైట్రికామ్లం, అమ్మోనియా ల మిశ్రమానికి సున్నపు రాతిని (కాల్షియం కార్బొనేటు) కలిపి దీనిని తయారు చేస్తారు.



దీనిలో ఉపయోగించబడే అమ్మోనియా, హాబర్ (Haber's process) పద్ధతి\*ని తయారు చేయబడుతుంది.

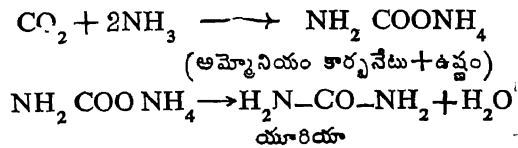
### (c) యూరియా:

వ్యవసాయరంగంలో ప్రతి నోటా నిత్యమూ విసబడే ఎరువులలో యూరియా ఒకటి. దీనిలో 47 శాతం నైట్రోజన్ ఉంటుంది. ఇది నైట్రోజన్ ఎరువులలో కెల్ల ఉత్తమ మయింది. దీని రసా

యన సంకేతం  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  ఇది మానవ పశు మూత్రాలలో అధిక పరిమాణంలో ఉంటుంది. ఒక లీటరు మూత్రంలో 28 గ్రాముల యూరియా ఉంటుందని అంచనా. ప్రస్తుత కాలంలో కూడ భూసారాన్ని వృద్ధి చేయడానికి గొర్రెల మందలను రెండు మూడు రాత్రులు పొలాలలో వదలి పెట్టడం జరుగుతుంది. దీనిని చుంద కట్టడం అంటారు.

కార్బన్ డై ఆక్సైడు అమ్మోనియాతో చర్య నొందడం వల్ల యూరియా ఏర్పడుతుంది. ఈ చర్య అధికపీడనం వద్ద మాత్రమే జరుగుతుంది. అమ్మోనియా, కార్బన్ డై ఆక్సైడుల మిశ్రమాన్ని 200 వాతావరణాల పీడనం వద్ద ఉంచడంవల్ల చర్య జరిగి, మొదట అమ్మోనియం కార్బనేటు ఏర్పడుతుంది.

200  
వాతావరణాలు



ఈ రసాయన చర్య ఉష్ణమోచక చర్య. దీనిలో విడుదల కాబడిన ఉష్ణంవల్ల అమ్మోనియం కార్బనేటు వియోగం చెందుతుంది. యూరియా ఏర్పడుతుంది. యూరియా షరభర్యం గలది. అది నైట్రికామ్లంతో చర్యనొంది యూరియా నైట్రేటు నిస్తుంది. ఈ రూపంలో కూడ అధిక ప్రమాణంలో నైట్రోజన్ ను భూమికి అందించవచ్చు.

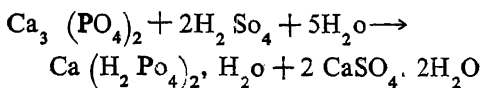
### 2. భాస్వర ఎరువులు (ఫాస్పాటిక్ ఎరువులు)

#### (a) సూపరు ఫాస్పేటు:

మొక్కలకు కావలసిన భాస్వరం (ఫాస్ఫరస్) కాల్షియం ఫాస్ఫేటులో ఉంది. ఇది ఎముకలలో విస్తారంగా ఉంటుంది. ఎముకల పొడిని ఎరువుగా

\* గాలిలోని నైట్రోజన్ ను, జల విశ్లేషణ ద్వారా లభించిన హైడ్రోజన్ ను 1:3 నిష్పత్తిలో కలిపి వేడి చేయబడిన బిరన్ ఆక్సైడు ఉత్ప्रेరకం మీదికి వంపడంవల్ల ఈ పద్ధతిలో అమ్మోనియా ఏర్పడుతుంది. అధిక పీడనం కూడా అవసరం.

ఉపయోగించ వచ్చని ఇదివరలో పేర్కొన్నాం. అయితే దీనిలో ఒక సమస్య ఉంది. ఎముకలలో ఉండే కాల్షియం ఫాస్ఫేటు నీటిలో కరుగదు. అందుచేత యిది మొక్కలకు స్వీకార యోగ్యంగా లేదు. దీనిని కనుక తగినంత సల్ఫ్యూరికామ్లంతో కలిపితే నీటిలో కరిగే కాల్షియం హైడ్రాజన్ ఫాస్ఫేటుగా మారుతుంది. దీనిని మొక్కలు గ్రహించ గలవు.



పైన పేర్కొన్న రసాయన క్రియలో కొంత ట్రిప్లమ్ (కాల్షియం సల్ఫేటు) కూడ ఏర్పడుతుంది. దీనిని వేరుచేయకుండా మిశ్రమం మొత్తాన్ని ఎరువుగా ఉపయోగించడం ఆలవాటు. ఈ మిశ్రమాన్ని సూపర్ ఫాస్ఫేటు అంటారు.

సూపర్ ఫాస్ఫేటును ఫాస్ఫేటు రాతి (Phosphate rock) నుంచి కూడ తయారు చేయవచ్చు. ఫాస్ఫేటు రాతిని బాగా పొడిగొట్టి కావలసినంత సల్ఫ్యూరికామ్లంతో కలిపి, బాగా కలియబెట్టి, పెద్ద గుహలలో (Dens) పడేసి ఉంచుతారు. అలా 24 గంటలు ఉంచడంవల్ల రసాయన క్రియ జరిగి, మిశ్రమం యొక్క ఉష్ణోగ్రత క్రమేపి పెరుగుతుంది. రసాయన క్రియ పూర్తవుతుంది.

ఫాస్ఫేటు రాతిలో కల్మషాలుగా ఉన్న కార్బన్ టేటు, ఫ్లోరైడులు, సల్ఫ్యూరికామ్లంతో కలిసి కార్బన్ డై ఆక్సైడు, హైడ్రాజన్ ఫ్లోరైడు ఏర్పడతాయి. అవి వెలువడడం వల్ల మిశ్రమం గుల్లి జారుతుంది. త్వరగా ఎండునుంది. చూర్ణం చేయడానికి అనువుగా ఉంటుంది. వెలువడిన వాయువులను చూషణ గోపురాలకు (Absorption towers) పంపిస్తారు.

సూపర్ ఫాస్ఫేటు వ్యవసాయ రంగంలో అధికంగా వాడబడే భాస్వర ఎరువు. దీనిని అప్పు

స్వభావాన్ని కల్గిన పొలాలకు, అధిక వర్షపాతంగల పొలాలకు ఉపయోగిస్తారు. ఇది 18 నుంచి 20 శాతం అందుబాటులో ఉన్న  $\text{P}_2\text{O}_5$ ను కల్గి ఉంటుంది. ఫాస్ఫేటు ఎరువులు వ్రేళ్ల నభివృద్ధిపరచి మొక్కలు తొందరగా పెరగడానికి తోడ్పడతాయి. అందుచేతనే వీటిని విత్తనాలు చల్లే కాలంలో ఉపయోగిస్తారు. ఇవి నైట్రోజన్ ఫిక్సింగ్ బాక్టీరియాను ఉత్తేజ పరుస్తాయుకూడ.

### ఫాస్పాటిక్ స్లాగ్ (Phosphatic Slag) :

ఆధునిక స్టీలు ఉత్పత్తిలో లభ్యమయ్యే స్లాగ్ లేక చిట్టెములను కూడ ఎరువుగా ఉపయోగిస్తారు. స్టీలు ఉత్పత్తికి ఉపయోగించబడే ఖనిజాలలో భాస్వరం ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇది ఖనిజాలలోని సున్నంతో కలిసి స్లాగ్ గా మారుతుంది. ఇది కరిగి, కరిగిన స్టీలుపై తెట్టెగా తేలుతుంది. దీనిని వేరు చేయవచ్చు. ఈ స్లాగ్ లో భాస్వరం, ద్రై కాల్షియం ఫాస్ఫేటు రూపంలో ఉంటుంది. ఇది కొంత కాల్షియం సిలికేటును కూడ కల్గి ఉంటుంది. దీనిని పొడిచేసి పొలాలకు వేయవచ్చు. ఇది నెమ్మదిగా వియోగం చెంది ఫాస్పారిక్ ఆమ్లాన్ని నిర్విరామంగా సరఫరా చేస్తుంది. ఇది మొక్కలు బాగా ఎరగడానికి ఉపయోగపడుతుంది,

### 3. పొటాసియం ఎరువులు :

మొక్కలు బాగా పెరగడానికి ఏదో ఒక రూపంలో పొటాసియం అవసరం. అల్పమైనా యిడల ద్వారా కార్బో హైడ్రేట్లు ఏర్పడడంలో ఇది బాగా ఉపయోగపడుతుంది. భూమిలో అందుబాటులో ఉన్న నైట్రోజన్ ను పూర్తిగా వినియోగించు కోవడానికి కూడ ఉపయోగపడుతుంది. వ్యాధి నిరోధనానికి, అనావృష్టి పరిస్థితులలోను, మొక్కలకిది అత్యవసరం. ఇది మొక్కలలో విస్తారంగా వ్యాపించి ఉంటుంది. దీనిని మొక్కల ప్రతి భాగంలోను చూడవచ్చు. కంకర, ఇసుక,

సుద్ద నేలలకు పొటాసియం ఎరువులు, ఎక్కువగా ఉపయోగపడుతాయి ముఖ్యంగా గడ్డి, ప్రత్తి, పొగాకు, ఆలు (బంగాళా దుంప, Potato), జొన్న, కాఫీ పంటలకు ఉపయోగిస్తారు. పొటాసియం ఎరువులలో ముఖ్యమైన కొన్నిటిని పరిశీలిద్దాం.

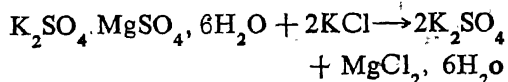
### పొటాసియం క్లోరైడు :

ఇది నీటిలో బాగా కరిగే లవణం. ఇది కార్నలైట్ అనే ఖనిజంలో ఉంటుంది. కార్నలైట్, పొటాసియం మెగ్నీసియంల ద్వంద్వ లవణం. దీని సంకేతం  $KCl$ ,  $MgCl_2$ ,  $6H_2O$ . ఇది భూమిలో విస్తారంగా దొరుకుతుంది. దీనిలో పొటాసియం శాతం దాదాపు 50 నుంచి 55 వరకు ఉంటుంది. కార్నలైటును యథాతథంగా ఎరువుగా ఉపయోగించవచ్చు. లేదా దానినుంచి పొటాసియం క్లోరైడును వేరుచేసి ఉపయోగించుకోవచ్చు. కార్నలైటులో సోడియం క్లోరైడు, మెగ్నీసియం సల్ఫేటు కల్మషాలుగా ఉంటాయి. వీటిని వేరు చేయడానికి కార్నలైటును పొడిచేసి దానికి 20 శాతం మెగ్నీసియం క్లోరైడు ద్రావణాన్ని కలుపుతారు. ఇలా చేయడం వల్ల కార్నలైటు దానిలో కరిగిపోతుంది. సోడియం క్లోరైడు, మెగ్నీసియం సల్ఫేటు కరగకుండా మిగిలిపోతాయి. వీనిని వడపోసి తీసివేస్తారు. వడపోత ద్రావణాన్ని స్పటికీకరణపు తొట్టెలలోనికి పంపించి ఉంచుతారు. పొటాసియం క్లోరైడు స్పటికీకరణ చెందుతుంది. స్పటికములను వేరు చేసి మాతృ ద్రావణము (Mother Liquor)ను మరింత గాఢపరచి, చల్లార్చడం వల్ల మరి కొంత పొటాసియం క్లోరైడు స్పటికీకరణం చెందుతుంది.

### పొటాసియం సల్ఫేటు :

ఇది కూడ మంచి ఎరువు. కాని ధర ఎక్కువ. క్లోరైడంత ఎక్కువగా నీటిలో కరుగదు. దీని స్వచ్ఛత 90-95 శాతం. దీనిలో పొటాసియం

శాతం 48 నుంచి 52 వరకు ఉంటుంది. దీనిని స్ట్రాస్ ఫెల్ట్ గనులనుంచి సంగ్రహిస్తారు. ఈ ఖనిజాల మధ్య బాగంలో ద్రై సల్ఫేట్లు, పాతీ సల్ఫేట్లు కూడ ఉంటాయి. క్లోరైడు మాదిరిగానే దీనిని కూడ నిష్కర్షణ చేస్తారు. దీనిని స్పటికీకరణ గావించగా  $K_2SO_4$ ,  $MgSO_4 \cdot 6H_2O$  లభిస్తుంది. దీని వేడి ద్రావణానికి పొటాసియం క్లోరైడును కలిపితే పొటాసియం సల్ఫేటు స్పటికీకరణ చెందుతుంది. వడపోసి వేరుచేయవచ్చు.



### పొటాసియం నైట్రేటు :

ఇది మన దేశంలో ముఖ్యంగా ఉపయోగించబడే పొటాసియం ఎరువు. ఇది నైట్రోజన్, పొటాసియం రెండిని కలిగి ఉంది. కాబట్టి మిక్కిలి ఉపయోగకరం. దీనిలో 44 శాతం పొటాసియం, 18 శాతం నైట్రోజన్ ఉంటాయి. ఇది సమశీతోష్ణ దేశాలలో నేం పైన పొడి (Efflorescent) లాగ కనిపిస్తుంది. మన దేశంలో అనేక చోట్ల దొరుకుతుంది. పంజాబ్, బెంగాల్, ఉత్తర ప్రదేశ్, బీహార్, ఒరిస్సా రాష్ట్రాలలోని పొలాలలో అధికంగా కనిపిస్తుంది.

### 4. మిశ్రమ ఎరువులు

రెండు లేక మూడు ఎరువులను తగుపాళ్లలో కల్పడంవల్ల మొక్కలకు కావలసిన మూలకాలలో చాలవాటిని కావలసిన నిష్పత్తిలో సమకూర్చవచ్చు. ఉదాహరణకు పొటాసియం నైట్రేటు, కాల్షియం ఫాస్ఫేట్లను కలపడం వల్ల ముఖ్యంగా కావలసిన నైట్రోజన్, ఫాస్ఫరస్, పొటాసియం మూలకాలను మొక్కలకు అందించవచ్చు. ఇలా చేసిన మిశ్రమాలను రోటరీ మిక్స్చర్లలో వేసి బాగా కలియబెడతారు. మన దేశంలో వేర్వేరు పేర్లతో అనేక మిశ్రమ ఎరువులు ఉపయోగంలో ఉన్నాయి.



ఆహార కొరత గల మన దేశంలో పంటల సమీకరిత పండించడానికి, దిగుబడిని పెంచడానికి సంయోజిత ఎరువుల ఉత్పత్తిని, వాడకాన్ని

పెంచాల్సిన అవసరం ఎంతైనా ఉంది. అందుచేతనే పలుచోట్ల ఎరువుల కర్మాగారాలు నెలకొల్పబడ్డాయి. వాటిలో కొన్ని క్రింది పట్టికలో చూపబడ్డాయి.

### పట్టిక 1

మన దేశంలో నెలకొల్పబడిన ఎరువుల కర్మాగారాలు, వానిలో తయారయ్యే ఎరువుల సుమారు ఉత్పత్తి.

క్రమ సంఖ్య	కర్మాగారపు పేరు	స్థానం	రాష్ట్రం	ఉత్పత్తి చేయబడే ఎరువు	సుమారు ఉత్పత్తి
1	2	3	4	5	6
1.	F. C. I. ఫెర్టిలైజర్ కార్పొరేషన్ ఆఫ్ ఇండియా	నంగల్	పంజాబు	కాల్షియం అమ్మోనియం నైట్రేటు.	రోజుకు 500 టన్నులు.
2.	„	సింద్రి	బీహార్	అమ్మోనియం సల్ఫేటు.	సాగుకు 79,435 టన్నులు
3.	„	ట్రోచి	మహారాష్ట్ర	యూరియా. నైట్రో ఫాస్ఫేటు.	సాగుకు 88,500 టన్నులు
4.	„	గోరక్ పూర్	ఉత్తర ప్రదేశ్	యూరియా.	సాగుకు 1,73,920 టన్నులు.
5.	„	నామ్ రూప్	అస్సాం	అమ్మోనియం సల్ఫేటు.	సాగుకు 1,00,000 టన్నులు.
6.	„	హనుమాన్ పుర్.	రాజస్థాన్	యూరియా.	
7.	„	కోట	రాజస్థాన్	యూరియా.	
8.	„	ఉదయ పూర్	„	యూరియా. సూపర్ ఫాస్ఫేటు.	రోజుకు 100-120 టన్నులు.
9.	D. C. M.	డిల్లీ	ఉత్తర ప్రదేశ్	సంయోజిత ఎరువులు.	
10.	GSFC		గుజరాత్	యూరియా.	రోజుకు 800 టన్నులు.
11.		రూర్ కెలా	బీహార్	కాల్షియం అమ్మోనియం నైట్రేటు.	రోజుకు 100-400 టన్నులు.
12.		కొత్తగూడెం	ఆంధ్ర ప్రదేశ్	యూరియా	

క్రమ సంఖ్య	కర్మాగారపు పేరు	స్థానం	రాష్ట్రం	ఉత్పత్తి చేయబడే ఎరువు	సుమారు ఉత్పత్తి
1	2	3	4	5	6
18.		విశాఖ పట్టణం	ఆంధ్ర ప్రదేశ్	యూరియా, ఆమ్మోనియం సల్ఫేటు, ఆమ్మోనియం ఫాస్ఫేటు.	—
14.	I. C. I	కాన్పూరు	ఉత్తర ప్రదేశ్		—
15.	F. C. I	దుర్గాపూర్	పశ్చిమ బెంగాల్	యూరియా.	—
16.		వారణాశి	ఉత్తర ప్రదేశ్	ఆమ్మోనియం క్లోరైడు.	—

డా బట్ట సుబ్రహ్మణ్యం.

## 54. నేలబొగ్గు, పెట్రోలియం

(Coal & Petroleum)

### I

నేలబొగ్గు :

చూడటానికి, ముట్టుకోవడానికి చాలా ఆసక్తి కరంగా కనిపించే నేలబొగ్గులోంచి దాదాపు రెండు వందల ఇరవై కర్బన రసాయనాలు (Organic Compounds) వెలికి తీయబడినాయంటే బహుశః ఎవరూ నమ్మలేరు. కాని ఈ మాట అక్షరాలా నిజం. ఈ విధంగా తీయబడిన అనేక పదార్థాలు ద్రావణాలు (Solvents), అద్దకపు రంగులు (Dyes), అనేక ఔషధాలు (Medicines) తయారీ మొదలైన పరిశ్రమలలో ముడి పదార్థాలు (Raw mate-

rials) గా వాడబడుతున్నాయి. అంటే నేలబొగ్గు పారిశ్రామికంగా, తద్వారా ఒక దేశం పురోగతికి, చాలా ముఖ్యమైన వస్తువన్న మాట.

నేలబొగ్గు ఎలా ఏర్పడింది : చరిత్ర రచింపబడ దానికి అనేక కొట్ల సంవత్సరాల క్రితమే భూమి మీది వృక్ష, జంతు సంబంధమైన జీవరాసులు నశించిపోయి భూమి అడుగున మట్టి, ఇసుక మొదలైన వాటిచేత కప్పివేయబడినట్లుగా మనకు తెలియ వచ్చుచున్నది. గాలి సరిగా చొరలేని ఈ భూగర్భంలో అధిక ఉష్ణోగ్రత, అధిక పీడనం, లేకుండా మున్నగు వాని ప్రభావం వల్ల ఈ జీవరాసులలోని

సెల్యూలోస్ (Cellulose) అనే పదార్థం, క్రమేజా విచ్ఛిత్తి చెంది చివరకు నేల బొగ్గుగా మారుతుంది. పీత్ (Peat), లిగ్నైట్ (Lignite), బిటుమినస్ లేక మెత్తని బొగ్గు, (Bituminous or soft Coal), ఏంథ్రసైట్ లేక గట్టి బొగ్గు (Anthracite or Hard coal) ఇట్టి మార్పులో సంభవించే అంచెలలో వరుసక్రమంగా ఏర్పడే బొగ్గు రకాలు. పీటిలో ఇదే వరుసక్రమంలో కార్బన్ పరిమాణం అధిక శాతంలో ఉంటుంది. సామాన్యంగా కార్బనీకరణము (Carbonization) నకు ఉపయోగించే బిటుమినస్ బొగ్గులో 80-82 శాతం కార్బన్, 5-6 శాతం హైడ్రోజన్, ఒక్కొక్కటి 1-2 శాతం నైట్రోజన్ గంధకములు, 8-5 శాతం ప్రాణ వాయువు, 5-7 శాతం బూడిద ఉంటాయి. అత్యధిక ప్రమాణంలో ఉన్న కార్బన్ ఇతర మూలకాలతో కలిసి పెద్ద పెద్ద ఐసోమెరిక ఆణువుల (Polymeric molecules) రూపంలో ఉంటుంది.

### విధ్వంసక స్వేదనము:

(Destructive distillation)

గాలి చొరని బట్టిలో బిటుమినస్ బొగ్గును అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద స్వేదనం జరిపితే బాష్ప శీలక ఉత్పన్నాలు (Volatile products) ఏర్పడతాయి. బట్టి అడుగున కోక్ (Coke) అనబడే కలుషిత కార్బన్ (Impure carbon) మిగిలి పోతుంది. ఈ స్వేదనావిధానాన్ని విధ్వంసక స్వేదనం అని గానీ, కార్బనీకరణమని గాని వ్యవహరిస్తారు. ఈ బాష్పశీలక ఉత్పన్నాలను సాధారణ ఉష్ణోగ్రతలకు శీతలపరచినప్పుడు, వాటిలోని ఒక భాగం నల్లని చిక్కని ద్రవంగా ద్రవీకరణం చెందుతుంది. దీనిని కోల్ తారు అంటారు. సాంద్రీకరణము చెందని (Non-condensed) వాయువులను కోల్ గాస్ (Coal gas) అంటారు. ఈ స్వేదనాన్ని 1000-1800°C వద్ద చేస్తే అధికోష్ణ కర్బనీకరణ

(High temperature Carbonization), మనీ 500°-600 °C వద్ద జరిపితే అల్పోష్ణ కర్బనీకరణ (Low temperature Carbonization) మనీ అంటారు. మొదటి పద్ధతిద్వారా అధిక శాతంలో ఏరోమెటిక్ సమ్మేళనాలు (Aromatic compounds), రెండవ దాని ద్వారా పేరఫిన్లు (Paraffins) న్నూ, హైడ్రో ఏరోమెటిక్ సమ్మేళనాలు (Hydroaromatic compounds) న్నూ, ఏర్పడతాయి. అంటే అధిక ఉష్ణోగ్రతలో రెండవ కోవకు చెందిన పదార్థాల హైడ్రోజనీహరణం (Dehydrogenation) జరుగుతుందన్న మాట. అల్పోష్ణ స్వేదనంలో మిగిలేది నిరుపయోగమైన మెత్తటి అసంపూర్ణంగా మార్పు చెందిన కోక్ (Soft semi-coke) అవడం వల్ల ఈ పద్ధతి అంత ప్రయోజనకారికాదు. అయితే, అధికోష్ణ స్వేదనం వలన ఉక్కు పరిశ్రమకు అవసరమైన నాణ్యమైన కోక్ లభిస్తుంది. పైగా ఈ కోక్ ను పొగ వెలువడని ఇంధనం (Smoke-less fuel) గా పరిశ్రమలోనూ, ఇళ్లలోనూ వాడుతుంటారు.

### కోల్ గాస్ (Coal gas) :

కోల్ గాస్ యొక్క సంఘటనము (Composition) స్వేదనము జరిపే విధానాన్ని బట్టి మారుతూ ఉంటుంది. దానిలో ముఖ్యవిభాగాలైన హైడ్రోజన్, మీథేన్లు ఇంచుమించు సమాన ఘన పరిమాణంలో ఉంటాయి. ఇవిగాక తక్కువ పరిమాణంలో కార్బన్ మోనాక్సైడ్, ఈథేన్, ఎథిలీన్, బెంజీన్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ కూడా కోల్ గాస్ లో ఉంటాయి. ఇంకా తక్కువ పరిమాణంలో సైక్లో పెంటాడయాన్, టర్బిన్, నాప్తలీన్, నీటి ఆవిరి, అమ్మోనియా, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్, హైడ్రోజన్ సైనైడ్, సైనోజిన్, నైట్రీక్ ఆక్సైడ్లు ఉంటాయి. విష వాయువులను తీసివేయగా మిగిలిన ఈ వాయు మిశ్రమాన్ని దీపాలకూ, వంటకూ, ఇంధనంగా

ఉపయోగిస్తారు. అయితే అధికంగా లాభదాయకంగా ఉన్నప్పుడు బెంజీన్, టూల్వీన్, మరియు ఇతర అల్ప బాష్ప శీలక ప్రాడొకార్బొనులను ఈ గాసు నుండి వేరు చేస్తారు. దీనికై గడ్డినూనె (Straw oil) అనబడే అధిక బాష్పీభవన స్థానమును గల్గిన పెట్రోలియం భాగము (High boiling petroleum fraction b.p.  $280-350^{\circ}\text{C}$ ) తో కోల్ గాసును రుద్దుతారు (Scrubbing). దీని వలన బెంజీన్ మొదలైన ప్రాడొకార్బొన్లు పెట్రోలియం చే నిష్కర్షణ (Extraction) చెందుతాయి. వేడిచేయటం ద్వారా ఈ గడ్డినూనె నుండి ప్రాడొకార్బొన్లను విడదీసి, వాటిని శీతల పరచి వాయు రూపం నుండి ద్రవంగా మారుస్తారు. ఈ మిశ్రమంలో ముఖ్యంగా బెంజీన్, టూల్వీన్ ఉంటాయి. ఈ విధంగా ఏర్పడిన మిశ్రమాన్ని, దాని అల్ప ఘన సాంద్రత (Low density) వలన తేలికనూనె (Light oil) అని వ్యవహరిస్తారు. మామూలు ఉష్ణోగ్రతలలో బెంజీన్, టూల్వీన్లు ద్రవాలైనప్పటికీ, ఈ కోల్ గాస్ వీటితో సంతృప్తత (Saturation) చెంది ఉండటం వలన దీనినుండి ఈ ద్రవాలు అత్యధిక పరిమాణంలో లభ్యమవుతాయి. ఒకటన్ను నేలబొగ్గు నుండి సుమారు మూడు గేలన్ల తేలికనూనె (Light oil) కర్పనీ కరణం వల్ల లభ్యమవుతుంది.

### కోల్ తారు (Coal tar) :

కోల్ తారు సంఘటనం కర్పనీకరణ పద్ధతి ననుసరించి మారుతూ ఉంటుంది. ఇది నల్లగా దుర్గంధ పూరితమై ఉంటుంది. కాని ఈ తారు రసాయనికంగా అతి ముఖ్యమైనది. దీనిని స్వేదనం చేస్తే ఉష్ణోగ్రతను ఒడ్డి నాలుగు భాగాలు ఏర్పడతాయి: 1. 5% పరిమాణంలో “లైట్ ఆయిల్ (Light oil) - దీని కి పేరు నీటిపై తేలే గుణంవల్ల ఏర్పడింది. ఇది స్వేదనంలో  $200^{\circ}\text{C}$  వరకూ వెలువడుతుంది. 2. మిడిల్ ఆయిల్ (Middle oil) -

దీనిని కార్బోలిక్ ఆయిల్ (Carbolic oil) అని కూడా అంటారు. ఇది  $200-250^{\circ}\text{C}$  ల మధ్య 17 శాతం మేరకు వెలువడుతుంది. 3. హెవీ ఆయిల్ (Heavy oil) - దీనిని “Dead oil” అనీ లేక “Creosote oil” అని కూడా వ్యవహరిస్తారు. ఇది  $250-300^{\circ}\text{C}$ ల మధ్య 7% మేరకు వెలువడుతుంది. 4. ఏంథ్రసీన్ ఆయిల్ (Anthracene oil) - దీనిని గ్రీన్ (Green oil) అని కూడా అంటారు. ఇది 9% మేరకు లభ్యమవుతుంది. ఈ నాలుగు భాగాలు గాక స్వేదన పాత్ర అడుగున పిచ్ (Pitch) అనే పదార్థం 62% మేరకు మిగిలి పోతుంది. దీనిని రోడ్లకు తారు వేసేందుకు ఉపయోగిస్తారు.

పై నాలుగు భాగాల నుండి వాటిలోని పరిశుద్ధ రసాయనిక సమ్మేళనాలను వెరు చేయడానికి రసాయనిక భౌతిక పద్ధతులు రెండినీ ఉపయోగిస్తారు. ముఖ్యంగా మూడు కోవలకు చెందిన కర్పన సమ్మేళనాలు ఈ భాగాలలో ఉంటాయి.

i. తటస్థ (Neutral) సమ్మేళనాలు - ముఖ్యంగా ప్రాడొకార్బొన్లు.

ii. తారు ఆమ్లాలు (Tar acids) - ఇవి బలహీన ఆమ్ల గుణం కలిగి సజల సోడియం ప్రొడ్రాక్సైడ్ తో కరుగుతాయి.

iii. తారు షరాలు (Tar bases) - కొరిదిపాటి షర గుణమున్న ఇవి సజల సల్ఫ్యూరికామ్లంలో కరుగుతాయి.

కోల్ తారు నుండి లభ్యమయ్యే లైట్ ఆయిల్ అతి స్వల్పం. దీనికి ఎనిమిది రెట్ల పరిమాణంలో లైట్ ఆయిల్, కోల్ గాసును రుద్దడం ద్వారా లభిస్తుంది. దీనిని స్వేదనం చేసినప్పుడు 90% బెంజోల్ (benzol - దీనిలో 90 శాతం  $80^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$  ల మధ్య వెలువడుతుంది.), 90 శాతం ముడి టూల్వాల్ (Toluol) ( $100^{\circ}-120^{\circ}\text{C}$ ),

నాప్తా ద్రావణి (Solvent naphtha  $180^{\circ}-160^{\circ}\text{C}$ ), ఘోర నాప్తా (Heavy-naptha,  $180^{\circ}-210^{\circ}\text{C}$ ) లభ్యమవుతాయి. వీటిలో కొంది పరిమాణంలో ఓలిఫిన్లు, తార్ ఆమ్లాలూ, షారాలూ, మాలిన్యములు (Impurities) గా ఉంటాయి. గాఢ సల్ఫ్యూరి కాష్టుతో కడగటం ద్వారా ఓలిఫిన్లు పొలిమరీ కరణం చెందుతాయి. ఆమ్లాలూ, షారాలు కూడా తొలగిపోతాయి. తరువాత 10% సజల సోడియం హైడ్రాక్సైడుతో కలిపిన పిమ్మట స్వేదనం చేస్తే బెంజీన్, టాల్యూన్ మరియు జైలీన్లు (xylenes) వేరువుతాయి.

మిడిల్ ఆయిల్ విభాగంతో లైట్ ఆయిల్ తాలూకు అత్యధిక బాష్పీభవన విభాగాన్ని కలిపి శీతలీకరణం చేసినప్పుడు నాఫ్తలీన్ స్ఫటికీకరణం చెందుతుంది. ఈ ముడి నాఫ్తలీన్ ను స్వేదనం చేసి పరిశుభ్ర పరుస్తారు. నాఫ్తలీన్ తో పాటే మొదటి స్ఫటికీకరణ దశ (Initial crystallization stage) లో వెలువడే నూనె లాంటి పదార్థంలో తారు-ఆమ్ల సమ్మేళనాలుంటాయి. ఈ నూనెను సోడియం హైడ్రాక్సైడు ద్రావణితో తీసుకొని, దాని గుండా బాష్పశీలక పదార్థాలను తొలగించడానికి నీటి ఆవిరిని ప్రసరణ చేసి, తరువాత ద్రావణం గుండా కార్బన్ డైఆక్సైడు వాయువును పంపితే ఈ తారు ఆమ్ల సమ్మేళనాలు విడివడుతాయి. సోడియం హైడ్రాక్సైడులో కరగకుండా మిగిలి పోయిన నూనెలో తారు షారాలు (Tar bases) ఉంటాయి. వీటిని సజల సల్ఫ్యూరికాష్టుతో నిష్కర్షణ (Extraction) చేసి, ఆ ద్రావణాన్ని తరిగి సోడియం హైడ్రాక్సైడుతో తటస్థీకరణం చేస్తే వెలువడే ముడిషారాలను స్వేదనం చేయటం ద్వారా పరిశుభ్ర పరుస్తారు. నూనె సల్ఫ్యూరికాష్టు తోనూ, సోడియం హైడ్రాక్సైడులోనూ కూడా కరగకుండా కొంతమేరకు మిగిలిపోతుంది. దీనిని గాఢ సల్ఫ్యూరికాష్టుతో కలిపినప్పుడు

అందులోని బెంజోఫ్యూరాన్లు (Benzofurans), ఇన్డీన్లు (Indenes), పొలిమరీకరణం చెందుతాయి. ఈ ద్రావణాన్ని స్వేదనం చేస్తే నాప్తా ద్రావణి వెలువడుతుంది. స్వేదన తరువాత మిగిలేది “కుమర్ లేక కుమరోన్ రెజిన్” (Coumar or Coumarone resin).

హెవీ ఆయిల్ నుండి కూడా పై పద్ధతిలోనే నాఫ్తలీన్, క్రిసోల్లు (Cresols) మరియు క్విన్ లీన్లు (Quinolines) వేరు చేయబడతాయి. ఎంథ్రసీన్ ఆయిల్ ను పెద్ద తొట్టెలలో (Large tanks) ఒకటి రెండు వారాలు ఉండనిస్తే ముడి ఎంథ్రసీన్ స్ఫటికీకరణం చెందుతుంది. దీనిని అధిక పీడనంతో యంత్రంలో పీడనం చేస్తే ద్రవరూపక మాలిన్యములు (Liquid impurities) తొలగిపోతాయి. మిగిలిన ఘనపదార్థాన్ని నాప్తా ద్రావణంతో కడిగితే ఫినాన్త్రీన్ (Phenanthrene), తరువాత పిరిడిన్ (Pyridine) తో కడిగినప్పుడు కార్బజోల్ (Carbazole) మొదలైన నైట్రోజన్ సమ్మేళనాలు తొలగిపోతాయి. తరువాత ఘన పదార్థాన్ని ఉత్పతనము (Sublimation) చేస్తే 85-90 శాతం పరిశుభ్రమైన ఎంథ్రసీన్ ఏర్పడుతుంది. పిరిడిన్, ఎంథ్రసీన్, కార్బజోల్ మొదలైనవి సంశ్లేషణ విధానాల ద్వారా తయారు చేయబడటంతో ఈ ఎంథ్రసీన్ ఆయిల్ ను కలప చెడి పోకుండా నిలవవుంచేందుకు మాత్రమే ఇప్పుడు వాడుతున్నారు.

నేలబొగ్గు నుండి తీయబడి పారిశ్రామికంగానూ, ఆర్థికంగానూ ఉపయోగపడే సమ్మేళనాలనూ, వాటి శాతాలనూ పట్టిక-I సూచిస్తుంది. ఇందులో ఒకటన్ను బొగ్గు నుండి వెలువడే వివిధ పదార్థాల పరిమాణం కూడా చూపబడింది. అల్ప శాతంలో బొగ్గు నుండి లభించే ఇతర కర్బన సమ్మేళనాలు పట్టిక II లో చూపబడినాయి.

పట్టిక I

ఒక టన్ను బొగ్గును స్వేదించినప్పుడు ఏర్పడే పదార్థాలు		కోల్ తారులోని ముఖ్యమైన సమ్మేళనాలు.	
1	కోల్ గాస్-1100 ఘనపుటడుగులు	1	బెంజీన్ 0.1
2	ఆమ్లనియం సల్ఫేటు- 20 పౌండు	2	టూల్క్రిన్ 0.2
3	కోల్ తారు-8 గాలన్లు	3	జైలీన్లు 1.0
4	కోక్-1500 పౌండు	4	నాఫ్తలీను. 10.9
		5	$\alpha$ -మరియు $\beta$ -మీథైల్ నాఫ్తలీన్లు } 2.5
		6	డైమీథైల్ నాఫ్తలీన్లు } 3.4
		7	ఏసీనాఫ్తీన్ 1.4
		8	ఫ్లోరీన్ 1.6
		9	ఫీనాన్త్రీన్ 4.0
		10	ఎంథ్రాసీన్ 1.1
		11	కార్బజోల్ 1.1
		12	కోల్ తారు షరాలు(పిరిడిన్ 0.1) 2.0
		13	కోల్ తారు ఆమ్లాలు 2.5
			(ఫ్రీనాల్ 0.7, క్రిసాల్ 1.1, జైలినాల్లు 0.2)

పట్టిక II

తటస్థ సమ్మేళనాలు	క్షార సమ్మేళనాలు	ఆమ్ల సమ్మేళనాలు.
1. ఇండిన్ (Indene)	$\alpha$ -పికోలిన్ ( $\alpha$ -Picoline)	o- క్రిసాల్ (o-Cresol)
2. డైఫీనైల్ (Diphenyle)	$\beta$ -పికోలిన్ ( $\beta$ -Picoline)	m- క్రిసాల్ (m-Cresol)
3. ఫ్లోరాన్తీన్ (Fluoranthene)	$\gamma$ -పికోలిన్ ( $\gamma$ -picoline)	p- క్రిసాల్ (p-Cresol)
4. పైరీన్ (Pyrene)	క్విన్లినీన్ (Quinoline)	జైలినాల్లు (Xylenols)
5. క్రిసీన్ (Chrysene)	ఐసో క్విన్లినీన్ (Iso-Quinoline)	$\alpha$ -నాఫ్తాల్ ( $\alpha$ -Naphthal)
6. డైఫెనిల్ ఆక్సైడ్ (Diphenylene Oxide)	$\lambda$ -క్విన్లినీన్ ( $\lambda$ -Quinaldine)	$\beta$ -నాఫ్తాల్ ( $\beta$ -Naphthal)
	ఇండోల్ (Indole)	
	ఎక్రిడిన్ (Acridine)	
	కార్బజోల్ (Carbazole)	

పెట్రోలియం (Petroleum):

‘పెట్రోలియం’ అనే మాట లాటిన్ భాష నుండి ఉద్భవించింది. లాటిన్ లో “పెట్రా” (Petra) అంటే రాతి, ఓలియం (Oleum) అంటే నూనె. ఈ పెట్రోలియం నుండి జీవనానికి అతిముఖ్యమైన రసాయనిక సమ్మేళనాలు అసంఖ్యాకంగా లభ్యమవుతున్నాయి. ఈ సమ్మేళనాలలో కొన్ని సరాసరి పెట్రోలియం నుండి, మరికొన్ని పెట్రోలియం నుండి తీసిన కర్బన సమ్మేళనాల నుండి, సంశ్లేషణ పద్ధతుల (Synthetic routes) ద్వారా ఉత్పత్తి చేయబడుతున్నాయి. కాబట్టి ఒక దేశం ఆర్థిక బాంక్షాన్నికీ, పురోభివృద్ధికీ పెట్రోలియం వెన్నెముకలాంటి దనటంలో అతిశయోక్తి లేదు. ఈ మధ్య అరబ్బు దేశాలు (ప్రపంచంలోకల్లా ఈ దేశాలలోనే అత్యధిక శాతం పెట్రోలియం లభించేది), పెట్రోలియం ధరలను పెంచటంవలన మన దేశంలో ధరలలో ఏర్పడిన పెరుగుదల పాఠకులకు సువిదితమే కదా! నేలబొగ్గువలె పెట్రోలియం కూడా జీవ పదార్థాలు భూగర్భంలో చెందిన మార్పువల్ల ఏర్పడినదే. దీనితోపాటు సాధారణంగా సహజ వాయువు (Natural gas) కూడా కలిసి ఉంటుంది. మన దేశంలో అస్సామలోని దిగ్బోయ్ ప్రాంతంలోనూ, బొంబాయి పద్ద గల కేంబేలోనూ పెట్రోలియం పరిమితంగా దొరుకుతోంది. బొంబాయి సమీపమున సముద్రతీరంలో పెట్రోలియం లభ్యమవుతుందని ఈ మధ్యనే కనుగొన్నారు. అరబ్బు దేశాలుగాక ముఖ్యంగా పెట్రోలియం లభ్యమయ్యే ప్రాంతాలు: అమెరికా, ఇండోనేషియా మరియు రష్యాలోని కేస్పియన్ ప్రాంతం.

పెట్రోలియం సహజ వాయువులు మిక్కిలి సంక్లిష్టమైన కార్బన్ సమ్మేళనాలతో కూడుకున్న

మిశ్రమాలు. వీటిలో దాదాపు 90 - 99 శాతం హైడ్రోకార్బన్లే. సహజ వాయువులో దిగువ నుదహరించిన హైడ్రోకార్బన్లు ఇతర వాయువులూ ఉంటాయి:

హైడ్రోకార్బన్లు :

మీథేన్, ఈథేన్, ప్రొపేన్, బ్యూటేన్, పెంటేన్, హెక్సేన్, హెప్టేన్.

ఇతర వాయువులు :

కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్, నైట్రోజన్, హీలియం.

ముందుగా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్లను నిష్కర్షణ పద్ధతుల (Extraction methods)లో తీసివేసిన తరువాత మిగిలిన వాయు మిశ్రమాన్ని అధిక పీడనంతో ద్రవంగా మార్చి ఆంశిక స్వేదనం (Fractional-distillation) తో వేరు చేస్తారు. ముఖ్యంగా ఈ క్రింది నాలుగు విభాగాలు ఏర్పడతాయి :

- i. హీలియం నైట్రోజన్
- ii అనార్ద్ర వాయువులు: మీథేన్, ఈథేన్, ప్రొపేన్లు
- iii. ద్రవీభవించిన వాయువులు : ప్రొపేన్, n-బ్యూటేన్, ఐసోబ్యూటేన్
- iv. ప్రకృతి సిద్ధమైన గేసోలిన్: (Natural gas-oil), పెంటోన్లు, హెక్సేన్లు, హెప్టేన్లు.

ఈ నాలుగూ కూడా ఇంధనాలుగాను, రసాయనిక పరిశ్రమలలోనూ చాలా ఉపయోగిస్తాయి.

పెట్రోలియం నుండి ఆంశిక స్వేదనం వల్ల, ఏర్పడే విభాగాలు ఈ క్రింది పట్టికలో పొందుబరచబడినాయి.

	విభాగము	స్వేదన ఉష్ణోగ్రత (C°)	ఏర్పడే ఆల్కేన్లలోని కార్బన్ సంఖ్య	ఉష్ణాయంపుగా ఏర్పడే శాతం	ముఖ్య ప్రయోజనాలు.
	1	2	3	4	5
1.	హైడ్రో కార్బన్ వాయువు.	< 20°	C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub>	2	ఇంధనాలు (Fuels).
2.	పెట్రోలియం ఈథేన్	20° - 60°	C <sub>5</sub> - C <sub>6</sub>	2	ద్రావణాలు (Solvents).
3.	లిగ్రోయిన్ (Ligroin)	60° - 100°	C <sub>6</sub> - C <sub>7</sub>		
4.	గేసోలిన్ (Petrol)	70° - 200°	C <sub>7</sub> - C <sub>12</sub> అవి గాక పరిమళాలు (Cyclics)	32	మోటార్ ఇంధనము ద్రావణి.
5.	కిరోసిన్ నూనె.	200° - 275°	C <sub>12</sub> - C <sub>15</sub> ఏరోమేటిక్సు (Aromatics)	18	దీపాలకు, స్టోలకూ ఇంధనం, విమానాల, జెట్ ఇంజన్లకు ఇంధనము.
6.	గేస్ ఆయిల్.	> 275°	C <sub>15</sub> - C <sub>18</sub>	20	పరిశ్రమలలో బట్టిలను వేడిచేయడానికి డీసెల్, ఇంజన్లకూ ఇంధనం.
7.	లూబ్రికేటింగ్ ఆయిల్ (Lubricating oil)	స్వేదనం చేయరు.	C <sub>16</sub> - C <sub>24</sub> (అవి గాక దీర్ఘ శృంఖల పరిమళాలు)	—	యంత్రాలలో వివిధ పరికరాల లూబ్రికేషను.
8.	పారఫిన్ ఆయిల్	> 350°	C <sub>20</sub> - C <sub>30</sub>	—	మందులు, సువాసన పస్తువులు, క్రొవోత్తులు, దైపు సైనిస్ట్లు, వాటర్ - పూఫ్ కాగితం మున్నగు వాటి తయారీ.
9.	పారఫిన్ జెల్లి (Vaseline)	M.P 40° - 60°C	C <sub>22</sub> - C <sub>40</sub>		
10.	పారఫిన్ వేక్స్ (Paraffin wax)	M.P 50° - 65°C	C <sub>25</sub> - C <sub>50</sub>		

సహజ వాయువు నుండి అంశిక స్వేదనం ద్వారా లభించే మూడవ విభాగాన్ని, పెట్రోలియం లోని మొట్టమొదటి విభాగమైన హైడ్రోకార్బన్

వాయువునూ అధిక పీడనం వద్ద ద్రవీకరించి పంట వాయువు (Cooking gas) గా వాడతారు. ఇంధ్ర లోని గేస్ లింగర్లలో ఉండేవి ఈ వాయుమిశ్రమమే.



సరాసరి పెట్రోలియం నుండి లభించే పెట్రోల్ కి విస్కోటివ గుణం (Knocking) అధికం. దీనివల్ల ఇంధనం వ్యర్థమవటమేగాక ఇంజను భాగాలు త్వరగా చెడిపోతాయి. n-ఆక్టేన్ లకు (ముఖ్యంగా n-హెప్టేన్ కి) ఈ గుణం అధికం. శాఖాయిత శృంఖలాలు (Branched chains) ఉన్న సమ్మేళనాలకు (ముఖ్యంగా 2 : 4 : 4-ట్రైమిథైల్ పెంటేన్-దీనిని ఐసో ఆక్టేన్ అని మూలాలు పరిభాషలో వ్యవహరిస్తారు). ఈ గుణం అత్యల్పం, వీటి శాతం మిశ్రమంలో అధికమైనకొలదీ “ఆక్టేన్ సంఖ్య” (Octane number - ఐసో ఆక్టేన్ ను 100 గా తీసుకొని ఇంధనం విశిష్టతను లెబ్బకట్టి విధానం) పెరుగుతుంది. శృంఖలాంతంలోగాక ఇతర ప్రదేశాలలో ద్వీబంధాలున్న హైడ్రోకార్బన్లు కూడా అధిక ఆక్టేన్ సంఖ్యను కలిగి ఉంటాయి. అంటే ఇవి మేలురకం గేసోలిన్లన్నమాట. లెడ్ టెట్రా ఈథైల్ (Lead tetra ethyl) వంటి ప్రతి విస్కోటిక సంకలనాలను (Antiknock additives), అల్ప శాతంలో, ప్రకృతిసిద్ధమైన పెట్రోలియం నుండి లభించిన గేసోలిన్ కు కలిపినప్పుడు దాని ఆక్టేన్ సంఖ్యను, అంటే ఇంధనంగా దాని విలువను, పెంచుతాయి.

పెట్రోలియం నుండి లభ్యమయ్యే గేసోలిన్ మానవాళికి అవసరమైన పరిమాణంలో ఉండదు. ప్రపంచంలో ఉపయోగింపబడే పెట్రోల్ పరిమాణంలో ఇది అల్పశాతం మాత్రమే. కనుక

కృత్రిమంగా పెట్రోల్ ను తయారు చేయవలసిన అగత్యం ఏర్పడింది. అధిక అణుభారమున్న డీసెల్ ఆయిల్, లూబ్రికేటింగ్ ఆయిల్ వంటి, పెట్రోల్ విభాగాల తాలూకు ఆల్కేన్ లను భంజనం (Cracking) చెయ్యటం వల్లనూ, తైల భంజనం (Oil cracking) లో ఏర్పడే లఘు ఆల్కేన్ ల (Lower alkenes) ను రసాయనిక పద్ధతుల ద్వారా గురు ఆల్కేన్ ల (Higher alkenes) క్రింద మార్చటం ద్వారానూ పెట్రోల్ సంశ్లేషింపబడుతున్నది. గురు ఆల్కేన్ ల భంజనాన్ని ఉష్ణభంజనం (Thermal cracking) లేక ఉత్ప్రేరక భంజనం (Catalytic cracking) ల ద్వారా జరుపుతారు. రెంటిని 400°-800°C వద్ద కొనసాగిస్తారు. ఉత్ప్రేరక భంజనంలో అల్కామినియం సిలికేటు ఉత్ప్రేరకంగా వాడబడుతున్నది. లఘు ఆల్కేన్ ల మార్పిడి రెండు పద్ధతుల ద్వారా కొనసాగిస్తారు. ఇవి 1. సల్ఫ్యూరిక్ లేక ఫాస్ఫారిక్ అమ్ల సమక్షంలో హైలిమెరికరణం 2. అమ్ల సమక్షంలో ఆల్కేన్ ల చే ఆల్కేన్ ల ఆల్కైలికరణం (Alkylation). ఇవి గాక ఫిషర్-ట్రాప్స్ సంశ్లేషణ విధానం (Fischer Tropsch synthetic process) ద్వారా కూడా గేసోలిన్ తయారవుతోంది. నికెల్ లేక ఇనుము లేక కోబాల్డ్ (Cobalt) ఉత్ప్రేరకాల సమక్షంలో, కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ ల కలయిక ద్వారా ఈ సంశ్లేషణ జరుగుతుంది.

డా. తె.యన్.ఆర్. కృష్ణమోహన్ రావు.

## 55. పాలిమర్ లు (Polymers)

మానవుని నిత్యావసరాలను తీర్చడంలో పాలిమర్ లు ప్రముఖ పాత్ర వహించే పదార్థాలు. కొన్ని చిన్న అణువులు (Monomers), అనుకూల పరిస్థితులలో, అనేక సంఖ్యలో సంయోగము చెంది,

అధిక అణుభారమున్న పదార్థములు (Polymers) గా మార్పుచెందుటకు అవకాశము కలదు. ఈ చర్యనే పాలిమరైజేషన్ (Polymerisation) అని అంటారు.

పాలిమర్లను, వాటి స్వభావాన్ని బట్టి, నారలు (Fibres), రబ్బరులు, (Rubbers), ప్లాస్టిక్కులు (Plastics) అనే ముఖ్యమైన వర్గాలుగా విభజించవచ్చు. పాలిమర్ స్వభావము, దాని భౌతిక ధర్మాలు, త్రిమితీయ ఆకృతి, దానిలో ఉన్న ప్రమేయాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది ఈ స్వభావాలను పాలిమర్ అణుభారాలను నిర్ణయించడానికి స్నిగ్ధత (Viscosity), ద్రవాభి సరణి పీడనము (Osmotic pressure), కాంతి పరిక్షేపణ (Light scattering), x- కిరణ వివర్తనము (x-ray diffraction) వంటి భౌతిక పద్ధతులు ఎక్కువ ఉపయోగపడతాయి.

హైడ్రజన్ సరళ మాలికలై, హైడ్రోజన్ బంధాలు (Hydrogen bonds) వాండర్ వాల్ శక్తులు, (Vander Wal's forces), డైపోల్ - డైపోల్ ఆన్వోన్యతలు (Dipole-dipole attractions) మొదలైన ఆకర్షణ శక్తులతో ఒక దానితో ఒకటి బంధితమైన అణువులు కలిగి పాలిమర్లు నార స్వభావము పొంది, దారాలు తీసి, నేయడానికి ఉపయోగపడతాయి. స్థితి స్థాపక శక్తి (Elasticity) కలిగియున్న పాలిమర్లు రబ్బరులుగా పనికివస్తాయి. ప్లాస్టిక్ వర్గానికి చెందిన పదార్థాలలో విడి పాలిమర్ అణువుల మధ్య పరస్పరాకర్షణ శక్తులు లేక స్పటికాకృతి ఏర్పడుతుంది. వేడిచేసినపుడు మెత్తబడి, తిరిగి శీతల పరచి నపుడు, ఆవసరమైన రూపములోకి మలచడానికి (Moulding) అనువుగా వుండే ప్లాస్టికులకు థెర్మో ప్లాస్టిక్కులని (Thermoplastics) అంటారు. ఎంత వేడిచేసినా మెత్తబడని ప్లాస్టిక్కులను థెర్మో సెటింగ్ ప్లాస్టిక్కులు (Thermosetting plastics) అని అంటారు. మామూలు రసాయన బంధాలవలె బలమైన వ్యత్యస్త బంధాలు (Cross linking) ఉన్న క్లిష్టమైన నిర్మాణాలు కలిగి యుండుటచేత థెర్మో సెటింగ్ ప్లాస్టిక్కులు ఉష్ణ ప్రభావానికి చెక్కు చెదరవు.

ఈ వ్యత్యస్త బంధాలు చాలా తక్కువగా ఉన్న థెర్మో ప్లాస్టిక్కులు వేడి చేసినపుడు, అణువుల మధ్యవున్న ఆకర్షణ శక్తులు నన్నగిల్లి మెత్తబడతాయి. కొన్ని ప్లాస్టిక్కులు (ఉదా : పాలివైనల్ క్లోరైడ్) వేడి చేసినపుడు మెత్తబడవు. కాని ప్లాస్టికైజర్స్ (Plasticisers) అను ప్లాస్టికైజర్స్ (Plasticisers)ను కలిపినపుడు మెత్తబడి రబ్బరు స్వభావమును ఏర్పరచుకొంటాయి. విడి అణువుల మధ్య వ్యత్యస్త బంధాలు కల్పించి థెర్మో ప్లాస్టిక్కులను థెర్మో సెటింగ్ ప్లాస్టిక్కులుగా మార్చడానికి ఆవకాశము ఉంది. వల్కనైజేషన్ చర్య (Vulcanisation process) ఈ తరగతికి చెందినదే.

పాలిమర్లను సహజ పాలిమర్లు (Natural polymers), సంయోజిత పాలిమర్లు (Synthetic polymers) అనే రెండు తరగతులుగా విభజించవచ్చు.

### సహజ పాలిమర్లు :

ఈ సహజ పాలిమర్లు జంతు సంబంధమైనవిగాని, పుష్క సంబంధమైనవిగాని, కావచ్చును. పాలీశాకరైడుల వర్గానికి చెందిన కార్బోహైడ్రేట్లు, ప్రొటీన్లు, సహజ రబ్బరు ఈ తరగతిలోకి వచ్చు ముఖ్యమైన పదార్థాలు.

### స్టార్చి:

పుష్క సంతతి నిలువ చేసుకొనే ఆహార పదార్థమైన స్టార్చి, అనేక  $\alpha$ -D గ్లూకోజ్ అణువుల మధ్య 1 : 9 బంధాలతో (1,4 bands) ఏర్పడిన పదార్థమే పాలీశాకరైడ్. దీని శాస్త్రీయ నామము పాలి ఆన్ హైడ్రో  $\alpha$ -D గ్లూకోజ్. ఇది మనకు బియ్యము, బంగాళ దుంపలు మొదలైన రూపములలో ఆహారముగా ఉపయోగపడుతున్నది. దీనిలో ఎమైలోజ్ (Amylose), ఎమై లో పెక్టిన్ (Amylopectin) అను రెండు విభాగములు కలవు. చుట్టు తిరిగిన  $\alpha$ -D గ్లూకోజ్ సరళ మాలికలు (Coiled

straight chains of  $\alpha$ -D glucose units) కల్గిఉన్న ఎమైలోక్ అయోడిన్ అణువును ఇముడ్చుకొన కలుగుటచే స్టార్చి, అయోడిన్ తో నీలి రంగు ఇస్తుంది. ఎమైలోక్ అణుభారము 5,000-2,00,000 స్థాయిలో ఉంటుంది. ఎమైలో పెక్టిన్ శాఖలు (branched-chain) కలిగిన మాళికలనే ఈ శాఖలో 1:8 బంధాలు ఉంటాయని పరిశోధనల మూలంగా తెలుసుకొన్నారు. ఎమైలో పెక్టిన్ అణుభారము 10,00,000-80,00,000 స్థాయిలో ఉంటుంది.

### సెల్యులోజ్:

అన్ని వృక్షకణాలలో సెల్యులోజ్ ఉంటుంది. దీని అణుభారము 8,00,000-10,00,000 స్థాయిలో ఉంటుంది. అనేక  $\beta$ -D గ్ల్యుకోజ్ అణువులనుండి 1:4 బంధాల ద్వారా ఏర్పడ్డ సెల్యులోజ్-పాలిఎస్ పైడ్రో  $\beta$ -D గ్ల్యుకోజ్-అణువులు పొడగాటి సరళ మాళికలుగా ఉండుటచేత ఈ పదార్థము బట్టల నేతకు పనికివచ్చే నారగా రూపొందినది. మనము కట్టుకొనే బట్టలు, వ్రాసుకొనే కాగితాలు, సెల్యులోజ్ పదార్థాలే.

### సెల్యులోజ్ ఉత్పన్నాలు:

సెల్యులోజ్ నుండి నైట్రేట్-సల్ఫ్యూరికామ్లముల మిశ్రమపు చర్య వలన సెల్యులోజ్ నైట్రేట్ అను పదార్థము ఏర్పడుతుంది. సెల్యులోజ్ నైట్రేట్ ఉపయోగాలు, అందులో ఉన్న నైట్రేట్ ప్రమేయాల సంఖ్యపై ఆధారపడి ఉంటాయి. ఒక్కొక్క గ్ల్యుకోజ్ విభాగానికి మూడేసి నైట్రేట్ ప్రమేయాలు ఉన్న సెల్యులోజ్ నైట్రేట్, ప్రేలుడు పదార్థము (Explosive) గా పనికివస్తుంది. దీనిని గన్ కాటన్ (Gun Cotton) అంటారు. నైట్రోజన్ తక్కువగా ఉన్న పైరాక్సిలిన్ (Pyroxylin) అనే పదార్థపు సెల్యులాయిడ్ ప్లాస్టిక్కుం (Celluloid plastics)ను ఫోటో ఫిల్ములకును, ఎసిడేట్ రేయాన్

(Acetate-Rayon) లేక కృత్రిమపట్టు (Artificial silk) దారాల తయారీకిని వాడుతున్నారు.

### విస్కోజ్ రేయాన్:

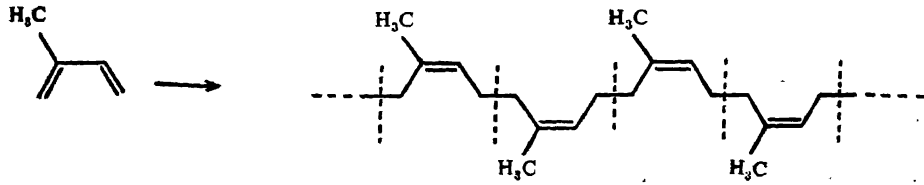
కార్బన్ డై సల్ఫైడ్-సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ల మిశ్రమముతో సెల్యులోజ్ చర్య పొందినపుడు సెల్యులోజ్ గ్జాంథేట్ (Cellulose xanthate) అనే పదార్థము ద్రావణ రూపములో ఏర్పడుతుంది. ఈ ద్రావణాన్ని ఒత్తిడి ఉపయోగించి సన్నని చిల్లుల ద్వారా ఆప్లుములోకి పోనిస్తే మెరిసిపోయే సెల్యులోజ్ దారాలు వస్తాయి. దీని పునరుద్భవ సెల్యులోజ్ (Regenerated Cellulose) అనీ, విస్కోజ్ రేయాన్ అని అంటారు. ఈ దారాలతో నేసిన బట్టలు సీల్కు బట్టల వలె మెరుస్తాయి. సెల్యులోజ్ గ్జాంథేట్ నుండి బంగిలపై పొరగా వాడే సెల్లోఫేన్ (Cellophane) అను పారదర్శక కాగితాన్ని కూడా తయారు చేస్తారు.

### ఉన్ని, పట్టు (Wool and Silk):

ఈ రెండూ, విలువైన జంతు సంబంధ పాలిమర్లు. ఇవి సహజ ఎమిన్ ఆమ్లాల నుండి ఎమైన్ మరియు కార్బాక్సిల్ ప్రమేయాల మధ్య జరుగు చర్యవల్ల ఏర్పడుతాయి. వీరి అణువులలో అనేక పెప్టైడ్ బంధాలు ఉంటాయి.

### సహజ రబ్బర్ (Natural Rubber):

ఇది హెవియా (Hevea) అను చెట్టు నుండి లభిస్తుంది. ఇది దైరులు మొదలగు ఎన్నో రబ్బరు వస్తువులు చేయడానికి ఉపయోగ పడుతుంది. హేరీస్ (C.D. Harries) అను జర్మన్ శాస్త్రజ్ఞుని పరిశోధనల మూలంగా రబ్బర్, పాలీ ఐసోప్రీన్ (Polyisoprene) నిర్మాణము కల్గియున్న దని నిర్ధారణ చేయబడింది. అనేక ఐసోప్రీన్ అణువులు కల్గిన సహజ రబ్బరులో సిస్-విన్యాసము ఉంటుంది.



ఇంకా ప్రొటీన్లు, న్యూక్లియర్ ఆమ్లాలు, షెల్లాక్ (Shellac), చర్మాన్ని తోలుగా మార్చగలిగే పనికవచ్చే టేనిన్లు (Tannins), డెప్సైడ్లు (Deposides) మొదలయిన పదార్థాలు ఎన్నో రహజ పాలిమర్ల తరగతిలోకి వస్తాయి.

### సంయోజిత పాలిమర్లు :

నాగరిక సమాజావసరాలను తీర్చడములో ప్రముఖ పాత్ర వహించే సంయోజిత పాలిమర్లు ఈనాడు పారిశ్రామికంగా లభిస్తున్నాయి. అసంతృప్త మోనోమర్ (Unsaturated monomer) అణువుల నుండి సంకలన (Addition) చర్య వల్ల ఏర్పడే పాలిమర్లను సంకలన పాలిమర్లు (Addition polymers) అంటారు. ఉదాహరణకు కార్బన్-కార్బన్ ద్విబంధాలు ఉన్న ఎథిలీన్ వంటి అణువులు ఒక దానితో ఒకటి సంకలనము చెందుట వలన పాలిథీన్ అను సంకలన పాలిమర్ ఏర్పడుతుంది. చర్యాత్మకమైన ప్రమేయాలు గల అనేక మోనోమర్ అణువులు రసాయనిక చర్య పొందినపుడు  $H_2O$ ,  $CH_3OH$ ,  $HCl$ ,  $NH_3$  వంటి చిన్న అణువులు విడిపోవుట ద్వారా ఏర్పడే పాలిమర్లను కండెన్సేషన్ పాలిమర్లు (Condensation polymers) అంటారు. ఉదాహరణకు రైకార్బాక్సులికామ్లములు దైఎమిన్లతో చర్య పొందినపుడు పాలిఎమైడ్లనబడే కండెన్సేషన్ పాలిమర్లు ఏర్పడుతాయి. రెండు విభిన్న మోనోమర్ల నుండి ఏర్పడు పాలిమర్లను కో పాలిమర్స్ (Copolymers) అంటారు.

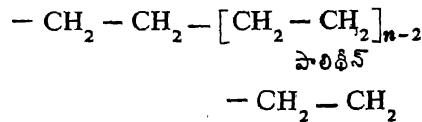
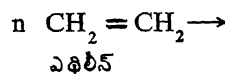
బోరాన్ డైఫ్లోరైడ్, స్టేనిక్ క్లోరైడ్, అల్యూమినియం క్లోరైడ్ వంటి అయానిక్ ద్రవ్యాలను,

ఉత్పేరకాలను ఉపయోగించినపుడు జరిగే పాలిమైజేషన్ ప్రక్రియను అయానిక్ పాలిమైజేషన్ అనీ, ఆక్సిజన్, పెరాక్సైడ్ల వంటి ఫ్రీ రాడికల్ ఉత్పేరకాల వలన జరిగే ప్రక్రియను ఫ్రీ రాడికల్ పాలిమైజేషన్ అనీ పిలుస్తారు. కొన్ని ముఖ్యమైన సంయోజిత పాలిమర్లు, వాని ఉపయోగాలను గురించి ఇప్పుడు తెలుసుకొందాము.

### సంకలన పాలిమర్లు :

#### పాలిథీన్ :

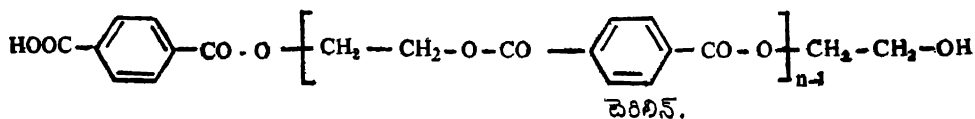
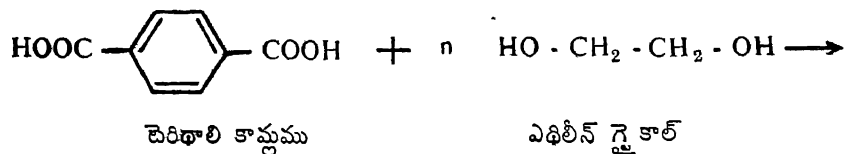
ఎథిలీన్ ను కొద్దిపాటి ఆక్సిజన్ తో కలిపి ఎక్కువ వీడనము ఉపయోగించి వేడి చేసినపుడు పాలి ఎథిలీన్ (పాలిథీన్) అను పాలిమర్ ఏర్పడుతుంది. పెరాక్సైడ్ ఉత్పేరకము వలన కూడా ఈ చర్య జరుగుతుంది.



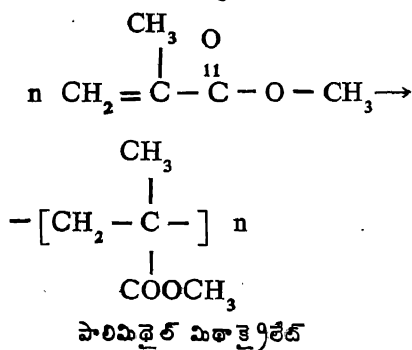
పాలిథీన్ నిర్మాణాన్ని అనేక  $-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$  విభాగాల సగళ మాలికగా ఊహించవచ్చు. దీని అణుభారము సుమారు 20,000 ఉంటుంది. పాలిథీన్ నుండి సీసాలు, డబ్బాల వంటి అనేక గృహోపకరణ వస్తువులు, వైపులు, ఫిల్ములు, తయారు చేస్తున్నారు. పాలిథీన్ కాగితమును ప్యాకింగ్కు, పాలిథీన్ సంచులు తయారు చేయుటకు విరివిగా వాడుచున్నారు.

## ఎక్రైలిక్ పాలిమర్లు:

α- మిథైల్ ఎక్రైలికాస్టము యొక్క మిథైల్ ఎస్టర్ (α. Methyl methacrylate) నుండి ఫ్రీ రాడికల్ పాలిమరైజేషన్ వలన తయారగు ఎక్రైలిక్ రెజిన్లు (Acrylic resins) విరంజన (Colourless), పారదర్శక (transparent) లక్షణాలు కలిగి ఉంటాయి. గాజువలె తేలికగా ఉండి, గాజువలె సులువుగా పగలక పోవటము వలన ఈ పాలిమర్ ను ఇండ్లలోను, రవాణా సౌకర్యాలకోసము, మామూలు గాజు పలకల (ordinary glass sheets) కు ప్రత్యామ్నాయముగా, లూసైట్ లేదా ఫ్లెక్సిగ్లాస్ (Lucite or Phlexi glass) అనే పేరుతో వాడుచున్నారు.



## α-మిథైల్ మిథాక్రైలేట్



## కండెన్సేషన్ పాలిమర్లు :

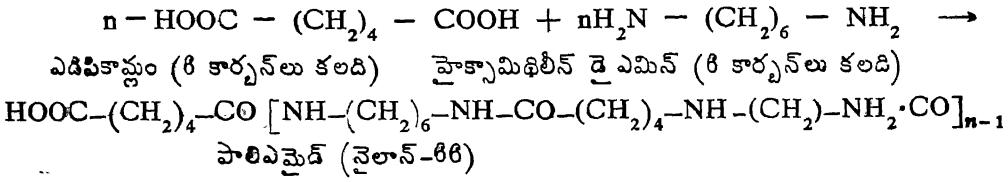
బేక్ లైట్: ఊర ఉత్ప్రేరకాల సమక్షములో ఫీనాల్, పార్మాల్డిహైడ్ తో చర్యపొందినప్పుడు బేక్ లైట్ అను పాలిమర్ ఏర్పడుతుంది. అనేక వ్యత్యస్త బంధాలతో ఉన్న క్లిష్టమైన త్రిమితీయ నిర్మాణము గల ఈ పాలిమర్, వేడికి చెక్కుచెదరక, గట్టి తనాన్ని కల్గిఉంటుంది. ఎలక్ట్రిక్ సిస్ట్ వంటి పరికరాంశు తయారు చేయడానికి బేక్ లైట్ మిక్కిలి ప్రశస్తమైవది.

## పాలిఎస్టర్లు (Polyesters) :

డెరిథాలి కాస్టుము ఎథిలీన్ గ్లైకాల్ ల నుండి ఏర్పడే పాలిమర్ ను డెరిలిన్ అంటారు. ఇందులో అనేక ఎస్టర్ ప్రమేయా లుండుట వలన పాలి ఎస్టర్ పాలిమర్ అని కూడా అంటారు.

డెరిలిన్ పాలిఎస్టర్ తో నేసినబట్టలు ముడుతపడవు; నీటిని పీల్చవు; కుంగిపోవు. ఇంతే కాకుండా ఇవి చాలా మన్నికగా ఉంటాయి.

నైలాన్లు: ప్రైమరీ ఎమినో, కార్బాక్సిల్ ప్రమేయాలు ఉన్న మోనోమర్ల మధ్య చర్య జరిగినప్పుడు ఏర్పడు పాలిఎమైడ్లను నైలాన్లు అంటారు. హెక్సామిథిలీన్ టైఎమిన్ ను, ఎడిపి కాస్టుము నుండి ఏర్పడు పాలిఎమైడ్ ను నైలాన్-66 అంటారు.



నైలాన్లు కూడా బట్టల నేతకు పనికి వచ్చే నార పదార్థాలే. టెరిలిన్ వలె సులువుగా నైలాన్

అంటుకొని మండిపోదు.

డా. కె. కొండల్ రెడ్డి

## 56. రంగు పదార్థాలు

(Dyes and Pigments)

విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటము (Electromagnetic spectrum) లో 4000 °A నుండి 8000 °A లవరకూ తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని (Wave length) కల్గిన కాంతి విభాగాన్ని “ దృగ్గోచర ప్రాంతం” (Visible-region) అంటారు. ఈ ప్రాంతంలోనే తరంగ దైర్ఘ్యపు విలువ ననుసరించి కాంతి యొక్క రంగు మారుతూ ఉంటుంది. ఉదాహరణకు, 4000-4250 °A తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని కల్గిన కాంతి కళ్ళకు ఉదా రంగులో కనిపిస్తుంది. అదే 5500 °A వద్ద పసుపుపచ్చ వర్ణాన్ని కల్గి యుంటుంది. ప్రతి కర్బన సమ్మేళనమూ కాంతిని కొంతమేరకు శోషిస్తుంది. అయితే కార్బన్ సమ్మేళనాలలో అత్యధిక శాతం అతినిల లోహిత ప్రాంతం (Ultraviolet region)లోనే కాంతిని శోషిస్తాయి (Absorb). ఈ ప్రాంతం తరంగదైర్ఘ్యం 4000 °A కంటే తక్కువగా ఉండటం వలన ఇట్టిసమ్మేళనాలన్నీ కనులకు వర్ణ రహితంగా (అంటే తెల్లగా) కనిపిస్తాయి. ఒక సమ్మేళనం తాలూకు కాంతి శోషక

గుణం దానిలోని ఎలక్ట్రాన్ల తత్వంపై ఆధారపడి యుంటుంది. వివిధ ప్రమేయ వర్గాల (Functional groups) లోని ఎలక్ట్రాన్లు భిన్నంగా బంధ గతమై ఉంటాయి. ఒకానొక నిర్దేశిత తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని కల్గిన కాంతి సోకినప్పుడు ఒక విధంగా బంధగతమై యున్న ఎలక్ట్రాన్లు ఉత్తేజిత మవుతాయి. (అంటే ఆ నిర్దేశిత కాంతిని శోషిస్తాయి.) ఉదాహరణకు, ధృఢంగా బంధగతమై యున్న ఎలక్ట్రాన్లను ఉత్తేజ పరచటానికి అధిక శక్తిని కల్గిన కాంతి అవసరమవుతుంది. అతినిల లోహిత కాంతి (ultraviolet light) యొక్క శక్తి దృగ్గోచర ప్రాంత కాంతి యొక్క శక్తి కంటే అధికం కావటం వల్ల దాని ఉత్తేజక శక్తి కూడా అధికం. మామూలుగా సంతృప్త కార్బన్ సమ్మేళనాల (Saturated Carbon Compounds)లో భిన్న పరమాణువుల తాలూకు ఎలక్ట్రాన్లు - - కోవళి బెండిన సమయోజనీయ బంధాల్ని (Covalent bonds) యుంటాయి. కనుక వాటిని ఉత్తేజ పరచటాని

అతనిని లోహిత కాంతికి మాత్రమే సాధ్యం అవుతుంది. కనుక ఇట్టి సమ్మేళనాలన్నీ  $4000^{\circ}\text{A}$  ల లోపు తరంగ దైర్ఘ్యమున్న కాంతినే శోషిస్తాయి. అదే, ఒకటి గాని అంతకు మించి గాని ద్వీబంధాలు లేక త్రిబంధాలు ఉన్న సమ్మేళనాలు (ముఖ్యంగా అనేక ద్వీబంధాలను సంయుక్తంలో కల్గియున్నవి) వాటిలోని ఎలక్ట్రాన్లు  $\pi$  - కోవలెన్ బెండి అధిక చలనాన్ని (Mobility) కల్గి యుండటం వలన అల్ప శక్తిని కల్గిన కాంతిచేత ప్రకంపన చెంది, ఉత్తేజింపబడతాయి. కనుక ఇట్టి సమ్మేళనాలు దృగ్గోచర ప్రాంత కాంతిని కూడా శోషింప గలవు. ఫలితంగా ఇట్టి సమ్మేళనాలు రంగులు కల్గి యుంటాయి.

ఒక సమ్మేళనం ఎక్కడైతే అత్యధికంగా కాంతిని శోషింపగలదో ఆ తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని “గరిష్ఠ శోషక తరంగ దైర్ఘ్యం” (Wavelength of maximum absorption) అంటారు. దీనిని “ $\lambda_{max}$ ” అనే సంకేతంతో సూచిస్తారు.  $2500-10000^{\circ}\text{A}$  ల తరంగ దైర్ఘ్యాల మధ్య కాంతిని శోషించే (అంటే  $\lambda_{max}$  ను కల్గిన) ప్రమేయ వర్గాలను “క్రోమోఫోర్లు” (Chromophores- గ్రీకు భాషలో Chromo = రంగు, phoro = కల్గిన అని అర్థం) అంటారు. ఇట్టి ప్రమేయ వర్గాలు కొన్ని పట్టిక I లో ఉదహరింపబడినాయి.

## పట్టిక I

కొన్ని ప్రమేయ వర్గాల  $\lambda_{max}$  విలువలు.

ప్రమేయ వర్గం	ప్రమేయ వర్గాన్ని కల్గిన ఉదాహరణాత్మక సమ్మేళనము	$\lambda_{max}$ ( $^{\circ}\text{A}$ )
$\text{C}=\text{C}$	ఎథిలీన్ (Ethylene)	1930
$\text{C}\equiv\text{C}$	అసిటిలీన్ (Acetylene)	1730
$\text{C}=\text{N}$	అసిటాగ్జెమ్ (Acetoxime)	1900
$\text{C}=\text{O}$	అసిటోన్ (Acetone)	2708
$\text{CHO}$	అసిటాల్డిహైడ్ (Acetaldehyde)	2984
$\text{COOH}$	అసిటి కాష్టుము (Acetic acid)	2040
$\text{CONH}_2$	అసిటమైడ్ (Acetamide)	2080
$\text{N}=\text{N}$	డై ఎజోమీథేన్ (Diazomethane)	4100
$\text{N}=\text{O}$	నైట్రోసో బ్యూటేన్ (Nitroso butane)	3000, 3850
$\text{NO}_2$	నైట్రో మీథేన్ (Nitro methane)	2710
$\text{ONO}$	ఆక్టైల్ నైట్రైట్ (Octylnitrite)	2300, 3700
$\text{ONO}_2$	ఈథైల్ నైట్రేట్ (Ethyl nitrate)	2700

దృగ్గోచర ప్రాంతంలో ఒక తరంగ దైర్ఘ్య ప్రాంతంలో గనక ఒక సమ్మేళనం కాంతిని శోషిస్తే ఆ ప్రాంతానికి సంబంధించిన రంగు మినహాయింపబడి మరియొక రంగు విదీర్ఘమవుతుంది. ఉదాహర

ణకు, ఒక సమ్మేళనం ఊదా రంగుకు సంబంధించిన తరంగ దైర్ఘ్య ప్రాంతాన్ని తప్ప మిగిలిన కాంతి సంతరిసి శోషిస్తే, అది ఊదా రంగులో మనకు గోచరిస్తుంది. అదే ఊదారంగు ప్రాంతం కాంతిని

శోషిస్తే ఆకుపచ్చతో కలిసిన పసుపు వర్ణం (Greenish yellow) లో మనకు గోచరిస్తుంది.

తరంగ దైర్ఘ్యాలకు సంబంధించిన వర్ణాలు, ఆ ప్రాంతం కాంతి శోషింపబడితే విడితమయ్యే వర్ణాలు దిగువ ఉదహరింప బడినాయి.

పట్టిక-II లో దృగ్గోచర ప్రాంతంలోని వివిధ

## పట్టిక II

దృగ్గోచర ప్రాంతంలో కాంతి శోషణ-వీర్పణ వర్ణాలు.

శోషింపబడే కాంతి యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యం ( $^{\circ}A$ )	రంగు	ఆ తరంగ దైర్ఘ్యం వద్ద శోషణ కలిగిన సమ్మేళనం చూపే రంగు
4000	ఊదా	ఆకుపచ్చ కలిసిన పసుపు.
4250	ఇండిగో నీలం (Indigo Blue)	పసుపు పచ్చ.
4500	నీలం	ఆరెంజ్
4900	నీలం కలిసిన ఆకుపచ్చ. (Bluish Green)	ఎఱుపు.
5100	ఆకు పచ్చ.	పర్పుల్ (Purple)
5300	పసుపుతో కలిసిన ఆకుపచ్చ. (Yellowish Green)	ఊదా.
5500	పసుపు	ఇండిగో నీలం
5900	ఆరెంజ్	నీలం.
6400	ఎఱుపు	నీలం కలిసిన ఆకుపచ్చ
7800	పర్పుల్	ఆకుపచ్చ.

పట్టిక-I లోని క్రోమోఫోర్లను పరిశీలిస్తే, వాటిలో  $N=N$ ,  $N=O$  లు మాత్రం స్వతస్సిద్ధంగా సమ్మేళనాలకు రంగును ఆపాదించ గలవనీ, మిగిలినవి ఒంటరిగా (Isolated) రంగును ఆపాదించ లేవనీ తెలుస్తున్నది. కాని ఇట్టి ప్రమేయవర్గాలే రెండు లేక మూడు సంయుగ్మంలో కలిసి యున్నప్పుడు గరిష్ఠ శోషక తరంగ దైర్ఘ్యం దృగ్గోచర ప్రాంతంలోనికి మార్పు చెందుతుంది. దీనిని "Bathochromic shift" అంటారు. విట్ (Witt) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు 1867 లో ఒక సమ్మేళన

నానికి ఉన్న రంగును గాఢతరం చెయ్యటమో, లేక ఇతర ముదురు రంగును ఆపాదించటమో, ఎలక్ట్రాన్లను విడుదల చెయ్యగల (Electron-donating) కొన్ని ప్రమేయ వర్గాలను ప్రతిక్షేపించడం ద్వారా సాధ్యమని గ్రహించినాడు. ఇట్టి ప్రమేయ వర్గాలలో ముఖ్యమైనవి  $-NR_2$ ,  $-NHR$ ,  $NH_2$ , హాలోజన్లు (Halogens),  $OH$ ,  $OCH_3$ . వీటిని "ఆక్సో క్రోమ్"లు (Auxochromes) అంటారు. పట్టిక-III లో పై అంశాలకు ఉదాహరణలు ఇవ్వబడినాయి.



## పట్టిక III

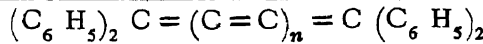
క్రోమాఫోర్ల సంఖ్య పెంచటం వలన, ఆక్సోక్రోమ్ల ప్రతిక్షేపణ వల్ల రంగులో సంభవించే మార్పులు:

1. డై ఫెనిల్ పాలియెన్లు (Diphenyl Polyenes):  $C_6H_5 - (CH = CH)_n - C_6H_5$

n విలువ	రంగు	గరిష్ట శోషక తరంగ దైర్ఘ్యాలు		
1	వర్ణ రహితము	3190	3060	2940
2	" "	3520	3340	3160
3	లేత పసుపు	3770	3580	3430
4	ఆకుపచ్చ చాయ కలిసిన పసుపు	4040	3840	3630
5	ఆరెంజ్	4240	4080	3870
6	గోధుమవన్నె ఆరెంజ్	4450	4200	4000
7	కంచు రంగు (Bronze)	4650	4350	4130
11	ఊదా-నలుపు	5300	4930	4620
15	ఆకుపచ్చ-నలుపు.	5700	5320	—

2. టెట్రా ఫీనైల్ కుమలీన్లు :-

(Tetraphenyl Cumulenes)

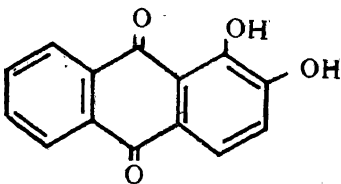


n విలువ	రంగు	$\lambda_{max}$ ( $^{\circ}A$ )
1	పసుపు	4200
2	ఆరెంజ్-ఎఱుపు	4890
3	ఊదా	5570

3. ఆక్సో క్రోమ్ల ప్రతిక్షేపణవల్ల సమ్మేళనం రంగులోని మార్పులు

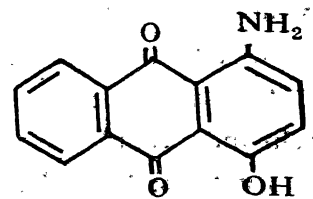
రంగు పదార్థం

ఆక్సో క్రోమ్ ప్రతిక్షేపితమైన తరువాత నిర్మాణం, రంగు.



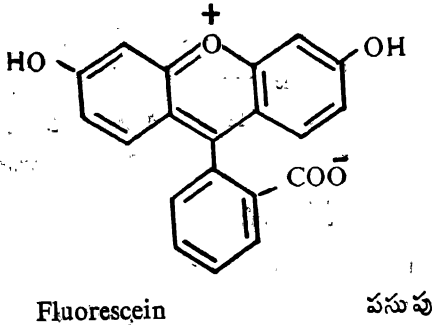
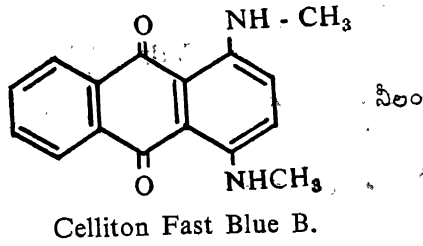
Alizarin

పసుపు

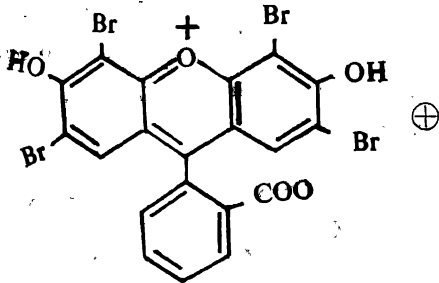


గులాబి రంగు

Celliton Fast Pin K. B.



( $\lambda_{max}$  4935, 4600 °A)



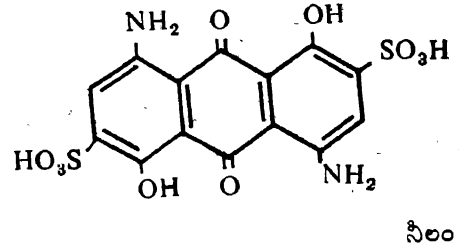
(Yellowish red)

Eosin A ( $\lambda_{max}$  5160, 4835 °A)

ఆధునిక శాస్త్ర ప్రకారం ఎలక్ట్రోస్ట్ర చలనానికి (Mobility) రెజోనెన్స్ ద్వారా పీలు కలిగించే అత్యధిక అసంతృప్తత (Highest unsaturation) కలిగిన నిర్మాణాలు రంగుకు దోహద పడతాయి.

### రంగు పదార్థాల ఉత్పత్తి

రంగు తయారీకి ముఖ్యమైన ముడిసరుకులు (Raw materials) నేలజ్జాగ్గు మరియు పెట్రో



లియం. వీటి నుండి తీయబడిన బెంజీన్, టార్ట్రన్, నేఫ్తలీన్, ఏంథ్రసీన్, క్విన్లినోన్, ఫీనాల్ మొదలైన సమ్మేళనాలు, రంగుల పరిశ్రమలో అతిముఖ్యమైనవి. వీటి నుండి ఈ పరిశ్రమలోని మాధ్యస్థాలు (Intermediates) గా వాడబడే నైట్రోబెంజీన్, ఆనిలీన్, నేఫ్తయోనిక్ ఆమ్లము (Naphthionic acid), ఏంథ్రాక్విన్, సల్ఫానిలిక్ ఆమ్లము (Sulphanilic acid), ఏంథ్రానిలిక్ ఆమ్లము (Anthranilic acid) మొదలైన సమ్మేళనాలు సంయోజింపబడతాయి. ఉత్పత్తి క్రమంలో వాడబడే రసాయనికచర్యలు నైట్రేషన్, సల్ఫోనేషన్, హాలజినేషన్, ఆక్సికరణము, క్షయకరణము.

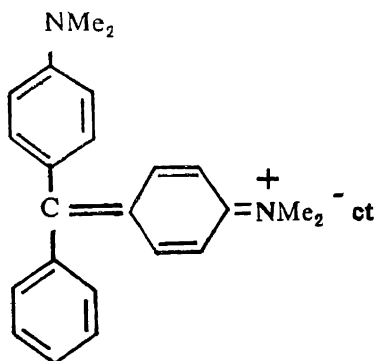
1869 వరకూ మంజిష్ఠ మూలం (Madder-root) అనే వేరు నుండి లభ్యమయ్యే అలిజరిన్; నీలి మొక్క (Indigo fern) అనే వృక్షము నుండి తీయబడిన నీలిమందు, ఇండిగో (Indigo) అనే రెండు రంగు పదార్థాలు మాత్రమే వస్తాయని రంగు వేయటానికి ముఖ్యంగా వినియోగపడేవి.

అయితే 1869 తరువాత సంయోజిత పద్ధతుల ద్వారా అనేక వేల సమ్మేళనాలు తయారు చేయబడినాయి. ఇంకా చేయబడుతున్నాయి. నీలిమందు అతి ప్రాచీన కాలము నుండి భారతదేశంలో ఉపయోగంలో ఉంది. ఇప్పటికీ ఈ సమ్మేళనం పారిశ్రామికంగా ముఖ్యమైనదే.

రంగు పదార్థాల వర్గీకరణము

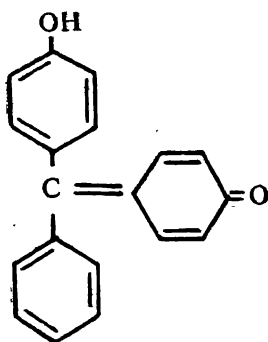
(Classification of dyes)

1. ట్రైఫీనైల్ మీథేన్ కోవకు చెందిన రంగులు.  
(Triphenyl methane dyes)



Crystal violet (హెక్సా)

( $\lambda_{max}$  5910, 5405 Å)

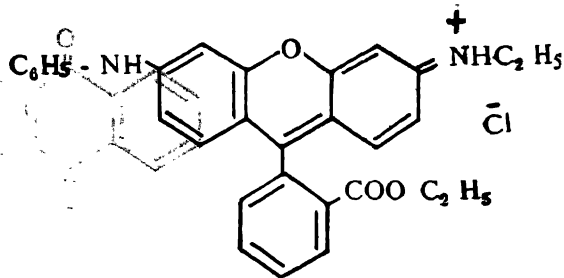


Aurin (ఫ్లోరో)

( $\lambda_{max}$  5346, 4795 Å)

2. ఫ్థాలేన్లు (Phthaleins)

ఉదాహరణ:



Rhodamine 6 G. (ఎఱుపు)

( $\lambda_{max}$  5250, 4970 Å)

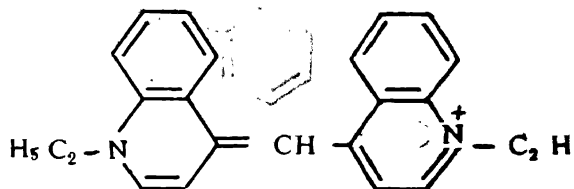
(ఇవిగాక పట్టిక III లో ఉదాహరించిన ఫ్లోరో సేన్, ఇయోసిన్ కూడా, ఈ కోవకు చెందినదే.)

3. సయనిన్ రంగులు

(Cyanine dyes)

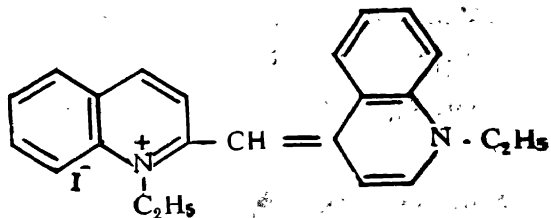
వెలుతురు లేక అవస్థల సమక్షంలో ఈకోవకు చెందిన రంగులు అస్థిరమైనవి (unstable) అవడం వల్ల వీటిని బట్టలకు ఉపయోగించరు. అయితే ఇవి వర్ణచిత్రగ్రహణం (Colour photography) లో అత్యంత ఉపయోగకరమైనవి.

ఉదాహరణ :



Cyanine blue (నీలం)

( $\lambda_{max}$  5922, 5537 Å)



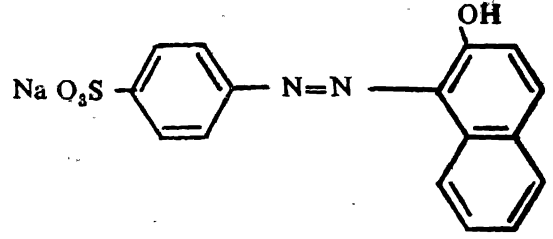
Ethyl red (bluish red)

( $\lambda_{max}$  5602 Å)

## 4. ఏంథ్రాక్విన్‌స్ రంగులు

(Anthraquinone dyes)

వీటికి ఉదాహరణలుగా పట్టిక-III లో పొందు పరచిన ఎలిజరిన్, ఎలిజరిన్ సఫిరోల్ B, సెల్లిటాన్ ఫాస్ట్ పింక్ B. మరియు సెల్లిటాన్ ఫాస్ట్ బ్లూ B లను తీసుకొనవచ్చును.

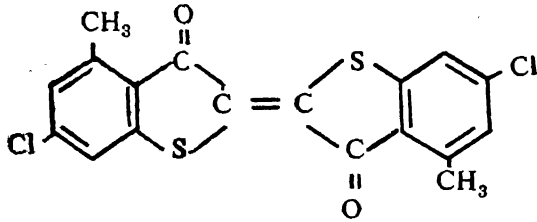


Orange II

(ఆప్టు గజ సంపన్నమైన ఏజోరంగు)

ఈ ఏజోరంగులలో కొన్నింటిని సీదా అద్దకాని (Direct dyeing)కి నూలు బట్టలకి వాడతారు.

ఉదా||

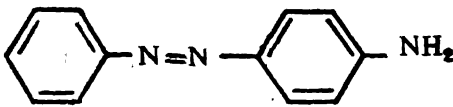


Vat pink FFR (గులాబీ రంగు)

## 6. ఏజో రంగులు

(Azo dyes)

ఉదా||



Alline yellow

షారగుణ సంపన్నమైన ఏజోరంగు

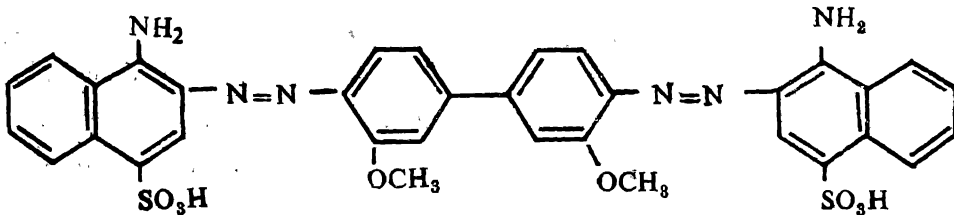
## 7. ఫ్థలోసయినిన్ రంగులు

(Phthalocyanine Dyes)

ఇవి బట్టలకూ, వర్ణధారక గ్రహణానికి, పెయింటులకూ (Paints) అచ్చు సీరా (printing Ink) లకూ, లక్క, పరిశ్రమలకూ, అద్దకానికి కూడా వినియోగ పడతాయి. వీటి నిర్మాణాత్మక సాంకేతికాలు (Structural formulae) చాలా క్లిష్టమైనవి.

ఉదా|| కాపర్ ఫ్థలో సయనెన్

(Copper phthalocyanine)



Benzo azurin G. (violet blue)

### 8. కార్బాజోల్ రంగులు

(Carbazole dyes)

వీటిలో ఆతి ముఖ్యమైనది ఇన్డాన్థ్రీన్ ఖాకి 2 G (Indanthrene kaki 2 G.) అనబడే ఖాకి రంగు సమ్మేళనం. ఇది కూడా చాలా పెద్ద నిర్మాణాత్మక సాంకేతికాన్ని కల్గి యుండటం వల్ల కేవలం నామ మాత్రమే ఉదహరింపబడినది.

### 9. ఎంథ్రాక్విన్-సోన్ విభాగాన్ని కల్గిన విజాతీయ చక్రియ సమ్మేళనం

(Heterocycles Containing fused anthra quinone system)

ఉదా॥ ఫ్లావేంథ్రోన్ (Flavanthuone) - ఇది దట్టపు సముద్రం రంగు (ultramarine blue) నిచ్చేది.

ఇన్డాన్ థ్రీన్ రెడ్ R K (Indian threne Red RK) ఎఱుపు రంగు.

### 10. గంధకపు రంగులు

(Sulphur dyes)

ఉదా॥ Immediate pure blue (నీలం)

రంగు పదార్థాలతో బట్టలపై రంగువేయటం : (Application of dyes to Fabrics) రంగున్న ప్రతి సమ్మేళనమూ బట్టలకు రంగు వేయటానికి పనికిరాదు. అది బట్టలకు అంటు కలిగియుండాలి. బట్టలకు రంగువేసే పద్ధతి రంగు పదార్థం స్వభావం (Nature), దాని వర్గం (Type) పైననే గాక బట్ట యొక్క రకం పైన కూడా ఆధారపడి యుంటుంది. ఉన్ని, పట్టు - ఇవి రెండూ కూడా ఆప్టు షార గుణాలు రెండినీ కల్గిన (Amphoterio) ప్రోటీన్లతోపాటి చెందిన పదార్థాలు. కనుక ఇవి ఆప్టు లేక షార ప్రమేయ వర్గాలలో దేనితో నైనా కలవ గలవు. లవణం ఏర్పాటు (Salt-Formation) ద్వారా ఈ రకం బట్టలకు రంగులు

హత్తుకోగలవు. అదే నూలు, లినెన్, రేయాట్ మొదలైన బట్టల రకాలకు ఇట్టి రంగులు ఉపయోగపడవు. కారణం ఈ బట్టలు తటస్థ సెల్యులోస్ (Neutral cellulose) అణువులను కల్గి యుండటం. అయితే హైడ్రోజన్ బంధాల నేర్పరచు కొనటం ద్వారా అధిశోషణ (Adsorption) చెందగల స్థిరవర్ణాలు (Substantive dyes) అనే కోవకు చెందిన (ఉదాహరణకి Benzo azurin G) రంగు పదార్థాలు. ఇవి బట్టలకు ఉపయోగపడతాయి. కాని దాదాపు పరిపూర్ణంగా తటస్థమైన నైలాన్, సెల్యులోస్ అసిటేట్ (Cellulose Acetate) వంటి సంయోజితమయ్యే లగు (Synthesized) దారాల బట్టలకు ఇట్టి అధిశోషణ పూర్వక పద్ధతి పనికిరాదు. వీటిలో సెల్యులోస్-లో గల హైడ్రాక్సి (Hydroxy) ప్రమేయ వర్గాలు లేవు. వీటికి రంగు వేయటానికి ఏజో రంగులు, ఏంథ్రాక్విన్-సోన్ రంగులూ వాడతారు. ఇవి వీటిలో కరగక విసరణ చెంది (Dispersed) ఉంటాయి. విస్తరణ జెందటానికి సబ్బువంటి పదార్థాలను వాడుతారు.

నూలు బట్టలకు రంగు వేయటానికి వేటింగ్ (vatting) లేక మార్డెంటింగ్ (Mordanting) లేక బట్ట మీదనే రంగును ఉత్పత్తి చెయ్యటం (Formation of dye on the fibre) అనే మూడు పద్ధతులు అమలులో ఉన్నాయి. "వేటింగ్" పద్ధతి నీలిమందు, క్విన్-నీలు మొదలైన సమ్మేళనాలకు ఉపయోగపడుతుంది. రంగు పదార్థాన్ని సోడియం హైడ్రోసల్ఫైట్ (Sodium hydrosulphite) అనే రసాయనంతో క్షయకరణం చేస్తే లాకో సమ్మేళనం (Leuco compound) ఏర్పడుతుంది. దీనిని సజల షారంలో కరిగించి ఈ ద్రావణంలో బట్టను ముంచి తరువాత గాలిలో ఆరబెడితే లాకో సమ్మేళనం తిరిగి అక్సీకరణం చెంది బట్టకు రంగు ఏర్పడుతుంది. మార్డెంటింగ్

పద్ధతిలో నూలు బట్టకు ఒక ఆమ్ల గుణాన్ని గాని, షార్ గుణాన్ని గాని గల్గిన ప్రమేయ వర్గాన్ని తగిలించి దాని ద్వారా క్రమంగా షార్గుణం లేక ఆమ్లగుణం కల్గిన రంగు పదార్థంతో కలిసేటట్లు చేస్తారు. రంగు అంటడానికి వాడిన ఈ అతుకు పదార్థాన్ని (Binding Agent) "మార్డెంట్" (Mordent) అంటారు అవికె నూనె (Linseed oil) లేక ఆముదంతో కలిసిన సున్నం (Lime) పేస్టులో బట్టను ముంచి తరువాత అల్యూమినియం సల్ఫేటు లాంటి లవణ ద్రావణంలో ముంచి ఆఖరున నీటి ఆవిరితో ఎండ బెడతారు. ఇలా మార్డెంటుతో కలిసిన బట్టను రంగు పదార్థం అతి సున్నితమైన కణాలుగా విసరణ చెందిన నీటి ద్రావణంలో ముంచుతారు. బట్టకు అంటి ఉన్న అల్యూమినియం ఈ రంగు పదార్థంతో సంక్లిష్టాన్ని (Complex) ఏర్పాటు చేసుకొని బట్టకు హత్తుకు నేటట్లు చేస్తుంది. ఎలిజరిన్ నూ, మరియూ ఇతర ఏంథ్రాక్విన్ కోవకు చెందిన రంగులనూ ఈ విధంగా బట్టలకు అంటిస్తారు. లోహాన్ని మారిస్తే రంగు కూడా మారుతుంది. అల్యూమినియం మార్డెంట్ తో నీలం, ఇనుముతో ఊదా, క్రోమియంతో బ్రౌన్ (Brown) తో కలిసి ఎఱుపు, మొదలైన రంగులు ఏర్పడతాయి. ఉన్నికీ, సిల్కు లేక పట్టుకీ కూడా ఈ విధంగా రంగు వేయవచ్చును.

బట్టల మీదనే రంగును ఉత్పత్తి చేయటం పద్ధతి ముఖ్యంగా ఏజో రంగులకు ఉపయోగి

స్తారు. నూలు వస్త్రాన్ని అమీన్ (Amine) ద్రావణంలో ముంచి ముందు అమీన్ ను వస్త్రానికి హత్తుకొనేలా చేస్తారు. బట్టమీదనే అమీన్ ను డైఎజోటైజేషన్ (Diazotisation) చేసి అప్పుడు ఫీనాల్ ద్రావణంలో ముంచితే బట్టమీదనే రంగు ఏర్పడుతుంది.

**బట్టల మీద ముద్రణ లేక అద్దకం**  
(Printing on fabrics)

వస్త్రాల మీద, ముఖ్యంగా చీరల మీద, రకరకాల డిజైనులలో పువ్వులు, బొమ్మలు మొదలైనవి ఉండటం మనం నిత్యం గమనించే విషయం. వస్త్రానికి రంగు వేసేటప్పుడు ఈ డిజైను కావలసిన ప్రాంతాన్ని మైనంతో కప్పి ఉంచితే అక్కడ రంగు అంటుకోదు. తరువాత వేడిచేసి మైనాన్ని తీసి వేస్తారు. అప్పుడు సోడియం హైడ్రోసల్ఫేట్, లాకో సమ్మేళనాల పేస్టుతో వస్త్రం మీద ముద్రవేసి ఆక్సికరణం చేస్తే రంగు డిజైను ఏర్పడుతుంది. మొదట బట్టకు వేసిన రంగు ఏ విధంగానూ మార్పు జెందదు. ఏజో రంగులతో ముద్ర వేసేటప్పుడు వస్త్రాన్ని ముందుగా ఫీనాల్ విభాగంతో చర్య జరిపించి తరువాత డైఎజోటైజ్డ్ అమీన్ (Diazotised amine) తో చర్య కొనసాగిస్తారు.

మన కళ్ళకు ఆకర్షణను కల్గించే వివిధ రకాల రంగు బట్టల వెనుక ఇంత రసాయనిక పరిజ్ఞానం ఇమిడి ఉంది.

డా. కె. యస్. ఆర్. కృష్ణమోహనరావు

# 57. ప్రేలుడు పదార్థాలు

(Explosives)

టపాకాయలు మొదలుకొని ఏటాబాంబు వరకూ అన్నీ ప్రేలుడు పదార్థాలే. పెళ్ళిళ్ళలోనూ, పండుగలకి పబ్బాలకి బాణసంచా కాల్పడం వేడుక. అదే యుద్ధ సమయంలో అయితే ప్రేలుడు పదార్థాలను ఆత్మ సంరక్షణ, దేశ సంరక్షణల కోసరం వాడతాము. ఈ రెండు విధాలుగా కాకుండా ఈ కోవకి చెందిన సమ్మేళనాలకు శాంతి సమయాల్లో కూడా ఎన్నో ఉపయోగాలున్నాయి. ఒక రహదారి గాని, రైలు మార్గంగాని వేస్తున్నప్పుడు ఒక కొండ అడ్డం వచ్చిందనుకోండి. దానిని తొలచి మన పని పూర్తి చేసుకోవలసి వస్తుంది. ఒక బావి త్రవ్వేటప్పుడు రాయి పడిందంటే దానిని పేల్చి వేయడానికి ఇట్టి మందులు అవసర మవుతాయి. ప్రజానీకం హద్దు మీరినప్పుడు శాంతి భద్రతలు కాపాడటానికి పోలీసులకు కూడా ఇవి అవసరం అవుతాయి.

ప్రేలుడు పదార్థమంటే ఏమిటి? దానికి ఉండవలసిన లక్షణాలేమిటి? ఒక వ్యవస్థ (system)లో ఆత్యధిక పీడనం (very high pressure) కలిగేటట్లు ఆత్యల్ప కాలంలో ఒక పదార్థము నుండి రసాయనిక చర్య ద్వారా వాయు ఉత్పన్నాలు (Gaseous products) ఏర్పడితే ఆ పదార్థాన్ని ప్రేలుడు పదార్థం అంటారు. ఉష్ణగతికంగా (Thermodynamically) అస్థిరమైన ఇటువంటి వ్యవస్థ తొలుతగా వాయువుగాని, ద్రవంగాని, ఆఖరికి ఘనపదార్థం గాని కావచ్చును. ప్రేలుడు పదార్థంతో "బూస్టర్" (Booster) అనే పదార్థమూ, "డెటోనేటర్" (Detonator) అనే పదార్థమూ కలిసి ఉంటాయి. మొట్టమొదట ఒక బరువును

ప్రేలుడు మిశ్రమం మీద పడవేయటం ద్వారా ఘాతం (shock) తగిలేటట్లు చేసి, డెటోనేటర్ను ప్రేలేటట్లు చేస్తారు. ఈ ప్రేలుడు, అసలు ప్రేలుడు పదార్థానికి వ్యాపించి, దానిని ప్రేలేటట్లు చేస్తుంది. బూస్టర్ ఈ ప్రేలుడు పదార్థం యొక్క ప్రభావాన్ని పెంచుతుంది. ఒక అల్ప ఘన పరిమాణం (Low volume)లో ఉన్న సమ్మేళనం నుండి దహనం (Combustion) ద్వారా రసాయనిక చర్యజరిగి ఆపరిమితమైన ఘనపరిమాణంలో వాయువులు వెలువడటమే ప్రేలుడుకి మూలకారణం. ఈ సమ్మేళనాన్ని అల్ప ఘనపరిమాణం గల ఒక చిన్న పాత్రలో బంధించి ఉంచితే దీని నుండి వెలువడిన వాయువులు అత్యధిక పీడనానికి గురి అవుతాయి. ఒక సమ్మేళనం ప్రేలే శక్తి దానిసాంద్రత (Density) పెరిగిన కొలదీ పెరుగుతుంది. వాయు ఉత్పన్నాలను అల్ప పరిమాణంలో వెలువరచే సమ్మేళనాలు, తక్కువ ప్రేలుడు వేగమును (Low detonation rate) కల్గియుంటాయి. ఒక మందుగుండు (Charge) యొక్క వ్యాసం (Diameter) 30 మిల్లీమీటర్ల కంటే తక్కువగా ఉన్నట్లైతే దాని మండే శక్తి తగ్గిపోతుంది. ఒకానొక కనిష్ఠ వ్యాసం విలువ వద్ద అది అసలు ప్రేలదు. ఒక ప్రేలుడు పదార్థం గనుక అధిక కణ పరిమాణాన్ని (Large particle size) కలిగి యుంటే దాని శక్తి అస్తవ్యస్తంగా (Irregular) ఉంటుంది. పాత్రలో బంధింపబడక కావలసినంత ఘన పరిమాణం లభ్యంగా ఉన్న అవకాశంలో ఒక ప్రేలుడు పదార్థం తీవ్రంగా మండుతుంది, కాని ప్రేలదు. ప్రేలుడు గనుక మరియొక మందు గుండు ద్వారా ప్రారం

భీంపబడినట్లయితే దాని వియోజనం 1-10 మిల్లి మీటర్ల లోతు వరకూ వ్యాపించే దాకా ప్రేలుడు వేగం అత్యధిక విలువ నందుకొనదు. మైగా ఈ అత్యధిక స్థాయి ఉన్నట్లుండి (suddenly) బహిర్గతం కావచ్చును. కాబట్టి ఒక సమ్మేళనం కనుక ప్రేలుడు పదార్థంగా ఉపయోగ పడాలంటే అది అధిక సాంద్రతను కల్గియుండి చిన్న అభిమాతంతో అది వాయు ఉత్పన్నాల క్రింద తేలికగా వియోజన చెందగలి యుండాలి.

### ప్రేలుడు పదార్థానికి ఉండవలసిన నిర్మాణాత్మక లక్షణాలు

(Structural Features Necessary for an Explosive)

ఒక ప్రేలుడు పదార్థానికి గనుక కొంత శక్తిని అందిస్తే దానిలోని పరమాణువుల మధ్యగలబంధాలు విచ్ఛిన్నమవుతాయి. తద్వారా పరమాణువులు విడి విడిగా ఏర్పడతాయి. ఇవి తిరిగి బంధగతమై అణువులు ఏర్పడినప్పుడు మనం తొలత బంధ విచ్ఛిత్తిని అందించిన శక్తి విలువకు అనేక రెట్టది కంగా శక్తి విడుదలవుతోంది. దీనినే సంఘటనోష్ఠం (Heat of formation) అంటారు. ఈ విడుదలైన శక్తి వల్ల తిరిగి అనేక బంధాలు విచ్ఛిత్తి జరిగి, పరమాణువు లేర్పడతాయి. విడుదలయిన శక్తిలో కొంత భాగం మనం ప్రేలుడు పదార్థాన్ని వాడదలుచుకున్న అవసరం తీరేందుకు కూడా ఉపయోగిస్తుంది. సహజంగా సాధ్యమైనంత శక్తిని అందించి అత్యధిక ఫలితాన్ని (శక్తిని) రాబట్టాలని ప్రయత్నిస్తారు. కాబట్టి ప్రేలుడు పదార్థంలో ఉన్న పరమాణువుల మధ్యగల ఋణ విద్యుదాత్మకత (Electronegativity) అంటే ఒక పరమాణువుకు గల ఇతర పరమాణువుల తాలూకు ఎలక్ట్రాన్ల నాకర్షించే శక్తిలో సాధ్యమైనంత వరకూ అల్ప వ్యత్యాసం ఉండాలి. ఎందువల్లనంటే ఒక అల్ప విద్యుదాత్మకత వున్న

పరమాణువు గనక ఒక అత్యధిక విద్యుదాత్మకత ఉన్న మరియొక పరమాణువుతో బంధమేర్పరచుకున్నట్లయితే, ఆ బంధం తాలూకు శక్తి చాలాఅధికం కావటం మూలాల మనం ఈ బంధం విచ్ఛిత్తికి అందించవలసిన శక్తి ఎక్కువ. స్థాయిలో ఉండవలసిన అగత్యం ఏర్పడుతుంది. కాబట్టి ఒక ప్రేలుడు పదార్థాన్ని పరికల్పన (Design) చేసేటప్పుడు సాధ్యమైనంత వరకూ, కార్బన్ మరియొక కార్బన్ పరమాణువుతోనూ, నైట్రోజన్ మరియొక నైట్రోజన్ పరమాణువుతోనూ బంధగతమై ఉండేటట్లు చూడాలి. అంటే, కార్బన్ పరమాణువు ఒక నైట్రోజన్ పరమాణువుతో బంధమేర్పరచుకోవలసిన అవసరాన్ని సాధ్యమైనంత వరకూ రాసీయకుండా ఉండేటట్లు చూసుకోవాలి. అవసరమైతే ఇటువంటి బంధాలు వీలైనంత తక్కువ సంఖ్యలో ఉండేటట్లు చూడాలి.

ఒక ప్రేలుడు పదార్థంలో సాధ్యమైనంత ఎక్కువ సంఖ్యలో హైడ్రోజన్ పరమాణువులుండటం చాలా లాభదాయకం. ఎందుకంటే ఒకే ఒక యూనిట్ బరువున్న ఈ పరమాణువు నుండి చాలా అధిక ఘనపరిమాణంలో వాయువు ఏర్పడగలదు. పోతే, ఒక సమ్మేళనంలో నైట్రోజన్ పరమాణువులు ఏ విధంగా బంధగతమై ఉన్నానన్నట్లం లేదు. కారణం ఆక్సిజన్ అవసరం లేకుండగానే రెండు నైట్రోజన్ పరమాణువులు కలిసి ఒక మిక్కిలి స్థిరమైన నైట్రోజన్ అణువును ఏర్పరచుకోగలగడమే. పైగా ఈ అణువు ఏర్పడేటప్పుడు ఉద్భవించే శక్తి కూడా చాలా అధికపరిమాణంలో ఉంటుంది. ఇదిగాక ఒక సమ్మేళనం లోని ఆక్సిజన్, మిగిలిన పరమాణువులకు లభ్యమవటానికి నైట్రోజన్ ఈ కారణంగా దోహద పడగలదు. కాబట్టి ఒక సమ్మేళనంలో C-N, C=N, C≡N బంధాలలో ఏదైనా, ఆ బంధం సమ్మేళనం ప్రేలుడు స్వభావాన్ని పెంపొందిస్తుంది.



ప్రేలుడు పదార్థంలో గనుక కార్బన్, హైడ్రోజన్ ఉన్నదైతే తప్పని సరిగా ఆక్సిజన్ కూడా ఉండి తీరాలి. కారణం, ఆయా పరమాణువులను కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ లేక మోనాక్సైడ్ (Carbon dioxide or Carbon monoxide), నీరుగా మార్చటానికి ఆక్సిజన్ అవసరం. ఈ అణువుల ఏర్పాటు వల్ల చాలా శక్తి వెలువడుతుంది. అయితే కార్బన్ సమ్మేళనాలలో ఆక్సిజన్ శాతం గురించి చాలా జాగ్రత్త పడాలి. ఈ బంధాబధికంగా ఉంటే వీటి విచ్చిత్తికి అధిక శక్తి నందించ వలసి ఉంటుంది. అయితే నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ల మధ్య ఏర్పడే బంధం తాలూకు శక్తి కార్బన్-ఆక్సిజన్ బంధ శక్తికంటే అత్యల్పం కనుక ఒక ప్రేలుడు పదార్థంలో నైట్రో, నైట్రేట్ ఎస్టర్ (Nitrate ester), నైట్రమిన్ (Nitramine) వంటి ప్రమేయ పదార్థాలంటుంటే చాలా లాభదాయకం. దీని వల్ల సమ్మేళనంలో నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ రెండూ ఉన్నట్లువుతుంది, అల్పశక్తి వ్యయం అవుతుంది కూడా. ఆక్సిజన్ సంచులనం (oxygen balance) పై ఇంకొక విషయం కూడా తెలుసు కొనడగినది. కార్బన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ గా మారటానికి ఒక మోల్ (Mole) లో సగం పరిమాణం గల ఆక్సిజన్ చాలు. అదే కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ గా మారటానికి ఒక మోల్ ఆక్సిజన్ అవసరం. కనుక కార్బన్ ను కార్బన్ మోనాక్సైడ్ గా మార్చటానికి తగినంత ఆక్సిజన్ ఒక సమ్మేళనంలో ఉంటే చాలు.

సూక్ష్మంగా చెప్పాలంటే, ఒక సమ్మేళనం ప్రేలుడు పదార్థంగా ఉపయోగ పడాలంటే సాధ్యమైనంతవరకూ దానికి స్థిరత్వానికి ప్రసాదించే రెజొనెన్స్ (Resonance) స్వభావము ఉండ కూడదు. దానిలో బంధగతమై యున్న పరమాణువుల ముఖ విద్యుదాత్మకతలలో అల్పవ్యత్యాసం మాత్రమే ఉండాలి. అదే సమయంలో అత్యల్ప

శక్తితో విచ్చిత్తి పొందగలిగిన నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ వంటి పరమాణువుల మధ్య బంధాలు సాధ్యమైనన్ని ఉంటే మంచిది.

కొన్ని ఉపయోగకర ప్రేలుడు పదార్థాలు

### 1 నల్ల చూర్ణము :- (Black Powder)

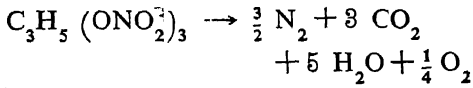
ఇది చరిత్రలోనే అత్యంత ప్రాచీన ప్రేలుడు పదార్థం. ఇందులో ఆరు పాళ్ళు పొటాషియం నైట్రేట్, 12 పాళ్ళు బొగ్గు, 08 పాలు గంధకం ఉంటాయి. దీని ప్రేలుడు శక్తి స్వల్పం అవటం వలన బొగ్గు గనులలో దీనిని ఇప్పటికీ ధారాళంగా వాడుతూ ఉంటారు. కారణం ఇది బొగ్గును పూర్తిగా పొడి అయి పోయేటట్లు ధ్వంసం చెయ్యకుండా గడ్డలు గడ్డలుగా క్రింద పడేటంత వరకూ మాత్రమే ప్రేలుతుంది. పొటాషియం నైట్రేట్ స్థానంలో సోడియం నైట్రేట్ ఈ మధ్య వినియోగింపబడుతున్నది. ఈ చూర్ణాన్ని తుపాకులలోనూ, రాకెట్లలోనూ, ప్రొపెలెంట్ (Propellant) గా కూడా ఉపయోగిస్తారు.

### 2. నైట్రోగ్లిసరిన్ (Nitro glycerine)

ఇది గ్లిసరాల్ (glycerol) పై గాఢ గంధకిత, నత్రికామ్ల మిశ్రమంతో చర్య జరిపినప్పుడు ఏర్పడుతుంది. రసాయనికంగా దీనిని గ్లిసరైట్ ట్రై నైట్రేట్ ఎస్టర్ (Glycerol trinitrate ester) అంటారు.

ఇది అతి స్వల్పమర్షణ (Mild friction) కే ప్రేలిపోతుంది. కనుక ప్రమాదాలకి ఎక్కువ అవకాశం ఉన్నది. అల్ ఫ్రెడ్ నోబెల్ (నోబెల్ పురస్కారాలను స్థాపించిన శాస్త్రవేత్త) ఈ ప్రమాదావకాశాలను తగ్గించే రీతిగా డైనమైట్ (Dynamite) క్రింద దీనిని మార్పుజేసినాడు. నైట్రో గ్లిసరిన్ ను కీసెల్ ఘూర్ (Kiesel ghur) అనే మట్టితో కలిపినప్పుడు దాని విపరీత ప్రేలుడు గుణం (Violent Explosive nature) అదుపులోనికి

వస్తుందని ఈయన కనిపెట్టినాడు. ఈ నైట్రో గ్లిసరీన్ వియోజనం క్రింది సమీకరణంలో సూచించబడింది



దీనిని బట్టి ఉద్భవించే వాయువుల ఘన పరిమాణం తేటతెల్లమవుతుంది.

ఇదే విధంగా సెల్యులోస్ ను (Cellulose) నత్రికాప్లుంతో ఎస్టరిఫికేషన్ (Esterification) చేస్తే “గన్ కాటన్” (Gun Cotton) ఏర్పడుతుందని 1875లో నోబెల్ కనుగొన్నాడు. పైగా 92% నైట్రో గ్లి సరీన్, 8% గన్ కాటన్ ఉన్న మిశ్రమానికి చాలా అధిక ప్రమాణంలో ఏవస్తువు నైనా భిన్నాభిన్నం (Shatter) చేసే శక్తి ఉన్నట్లు ఈయనే ఋజువు చేసినాడు ఈ మిశ్రమంలో నైట్రోగ్లిసరీన్ శాతం తగ్గించిన కొలదీ దానికి తుపాకి గుండును వేగంగా బయటకు గెంటగల శక్తి (Propellant) అబ్బుతుంది. 1889లో ఇంగ్లండు దేశపు సైన్యమున ప్రవేశ పెట్టిన కార్డైట్ (Cardite)లో 80% నైట్రోగ్లి సరీన్, 65% గన్ కాటన్, 5% వేసిలీన్ ఉంటాయి. ఇది ధూమ రహితమైన పొడి (Smokeless Powder)

3. పెంటా ఎరిథ్రిటాల్ నైట్రేట్

(Penta erythritol nitrate-PETN)

ఎరిథ్రిటాల్ అనబడే ఆల్కహాల్ ను నైట్రీ కరణం చేస్తే ఏర్పడే పదార్థమిది. దీనిని “Prima Cord” అనే ప్రేలేపూజు (Detonating fuse)ల తయారీకి వాడతారు.

4. టి.ఎన్.టి (T.N.T.) - ట్రైనైట్రో టా ల్యైన్:-

1920 నుండి నైనిక అవసరాల రీత్యా ఇది అత్యంత ప్రాముఖ్యాన్ని పొందింది. సులభంగా తయారుజేయ గల్గటం, స్థిరమైన సమ్మేళన మగుట, తక్కువ ద్రవీభవన స్థానం (Melting Point)

కలిగి ఉండటమే దీనికి కారణం. దీనిని కరగించి లోహ పాత్రలలో తేలికగా నింపవచ్చును. దీని ప్రేలుడు శక్తి కూడా సుమారుగా అధిక స్థాయిలో ఉంటుంది. బొగ్గు, పెట్రోలియంల నుండి లభ్యమయే టాల్పిన్ ను నైట్రీకరణం (Nitration) చేసి టి.ఎన్.టి ని తయారు చేస్తారు.

5. ఇతర ఏరోమేటిక్ నైట్రో సమ్మేళనాలు

(Other aromatic nitro compounds)

టి.ఎన్.టి గాక పిక్రిక్ ఆమ్లము (Picric acid - 2 : 4 : 6 : - Trinitrophenol), టెట్రైల్ (Tetryl - N, 2, 4, 6-tetranitro Phenyl - N - methyl nitramine) కూడా అధిక స్థాయి ప్రేలుడు పదార్థాలుగా వాడుకలో ఉన్నాయి.

6. సైక్లోనైట్ (cyclonite)

హెక్సామీన్ (Hexamine)పై గాఢనత్రికాప్లుంతో చర్య జరిపితే  $\text{N}_3$ - నైట్రో- 1, 3, 5- ట్రై ఎజో సైక్లో హెక్సేన్ ( $\text{N}_3$  - Nitro - 1:3:5-triazocyclo hexane) ఏర్పడుతుంది. ఇది రెండవ ప్రపంచ యుద్ధంలో చాలా విరివిగా వాడబడిన ప్రేలుడు పదార్థం.

7. గువానిడిన్ తరగతికి చెందిన ప్రేలుడు పదార్థాలు:-

(Guanidine Group of Explosives)

గువానిడిన్ నైట్రేట్, నైట్రోగువానిడిన్, నైట్రోసో గువానిడిన్, ఆల్బైల్, ఎరైల్ నైట్రో సో గువానిడిన్లు ఈ కోవకి చెందినవి. ఇవి టి.ఎన్.టి కన్నా తక్కువ, సునిశితమైన (Sensitivie) సమ్మేళనాలు. కాని ప్రేలుడు వేగం (Detonation rate) టి.ఎన్.టి కన్నా అధికం. టెట్రసీన్ (Tetracene) అనే పదార్థం కూడా ఈ కోవకి చెందినదే.

డాక్టర్. కె.ఎన్.ఆర్. కృష్ణమోహన్ రావు

# 58. ఆహార పదార్థాలు

(FOODS)

మన నిత్యావసరములలో ఆహారము ముఖ్యము ఈ ఆహార పదార్థాలు జీవన క్రియల ద్వారా శరీరములో మార్పుచెంది, శరీర నిర్మాణములో పాల్గొని, శక్తిని విడుదలచేసి, శరీరము పనిచేయుటకు తోడ్పడుతాయి. మనము తీసుకొనే ఆహారములో ఉన్న కొన్ని ముఖ్యమైన పదార్థాలు: కార్బోహైడ్రేట్లు, ప్రోటీన్లు, కొవ్వు పదార్థాలు, హార్మోనులు, విటమినులు-ఈ పాత్ర నిర్వహిస్తాయి. వీటి కొంతవల్ల శరీరం పెరుగుదల నిలిచిపోయి, వ్యాధులు సంక్రమించవచ్చు. అత్యవసరమైన ఈ ఆహార పదార్థాలను గురించి ఇప్పుడు తెలుసుకోదాము.

## ప్రోటీన్లు :

ఇవి కార్బన్, హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, సల్ఫర్ మూలకాలున్న క్లిష్టమైన పదార్థాలు. ఆ-ఎమినో ఆమ్లాల నుండి ఈ ప్రోటీన్లు ఏర్పడుతాయి. ఒక అణువు ఎమినో ఆమ్లములోని కార్బాక్సిల్ ప్రమేయము రెండవ అణువులోని ఎమినో ప్రమేయముతో చర్య పొందినపుడు, నీరు విడిపోయి, ఎమైడ్ బంధము (Amide bond) ఏర్పడును. ఈ బంధాన్నే పెప్టైడ్ (Peptide) బంధము అంటారు. రెండు అణువుల ఎమినో ఆమ్లము నుండి ఏర్పడిన పదార్థాన్ని డై పెప్టైడ్ అంటారు. అనేక ఎమినో ఆమ్లముల అణువుల నుండి పాలి పెప్టైడ్ ఏర్పడుతుంది.

ప్రోటీన్లు అనేక పెప్టైడ్ బంధాలున్న పదార్థాలని పరిశోధనల మూలంగా తెలుసుకొన్నారు. పాలి పెప్టైడ్ల ప్రోటీన్లను వేరువేరుగా గుర్తించడము అంతో శుష్కంగా వీలుగాని పని. 10,000 వరకు

అణుభారము ఉన్న వాటిని పాలి పెప్టైడ్లని, అంతకు మించి అణుభారము ఉన్న వాటిని ప్రోటీన్లని చెప్పవచ్చును. మన శరీరములో ఉన్న పాలి పెప్టైడ్లలో ఆక్సిటోసిన్ (Oxytosin), ఇన్సులిన్ (Insulin) అను హార్మోన్లు చెప్పుకోదగ్గవి. ఆక్సిటోసిన్ గర్భకోశాన్ని సంకోచ పరచే శక్తి గలది. శరీరంలో ఇన్సులిన్ లోపమువల్ల రక్తములో చక్కెర ప్రమాణము పెరిగి మూత్రము ద్వారా చక్కెర విసర్జన ఎక్కువ జరిగి మధుమేహ వ్యాధి వస్తుంది.

ప్రధాన పోషక పదార్థాలలో ప్రోటీన్లు ఒకటి. జీవకణాలన్నీ ప్రోటీన్ నిర్మాణాలే జీవన ఉత్సేరకాలయిన ఎన్జైమ్ లన్నీ ప్రోటీన్లే. శరీరములో ప్రోటీన్లకు విలక్షణమైన ధర్మాలు ఉంటాయి. ఉదాహరణకు హేమోగ్లోబిన్ (Haemoglobin) అనే ప్రోటీన్ ఊపిరి తీపుల నుంచి శరీరములోని అన్ని భాగాలకు ఆక్సిజన్ సరఫరా చేస్తుంది.

సమస్త జీవకణాలలో ఉన్న న్యూక్లియో ప్రోటీన్లు, ప్రోటీన్లనూ, న్యూక్లియిక్ ఆమ్ల విభాగాలనూ కలిగి ఉంటాయి. జీవకణాలలోని క్రోమోజోమ్లలో ఉన్న జీన్లు, జీవి వంశపారంపర్యాన్ని (Heridity) కొనసాగించే కర్రవ్యము నిర్వర్తిస్తాయి జీన్లన్నీ న్యూక్లియిక్ ఆమ్లములుగా గుర్తించినారు. ఒక మనిషికి ఇంకోమనిషికి ఉన్న తేడాను వారిలో ఉన్న ప్రోటీన్లు నిర్ణయిస్తాయి.

ప్రోటీన్ల నిర్మాణము చాలా క్లిష్టమైనది. ప్రోటీన్లో ఉన్న ఎమినో ఆమ్లాల వరసక్రమము (Sequence) దాని ప్రైమరీ నిర్మాణాన్ని (Pri-

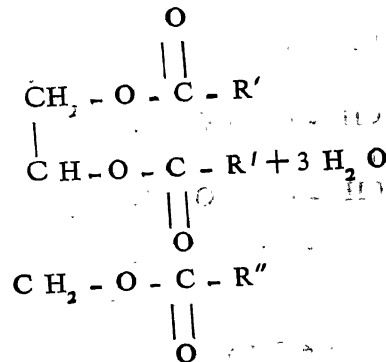
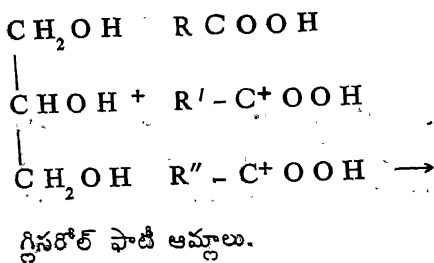
mary structure) సూచిస్తుంది అనేక పెప్టైడ్ బంధాలతో కూడుకొని ఉన్న ఎమిన్ ఆమ్లాల సరళ మాలికలు S - S బంధాలతో ప్రైడ్రోజన్ బంధాలతో, అయానికాకర్షణ శక్తులతో, కొన్ని ప్రత్యేక పద్ధతులలో చుట్టు తిరిగి ఉంటాయి. ఇది ప్రోటీన్ సెకండరీ నిర్మాణాన్ని (Secondary structure) సూచిస్తుంది. చిట్టచివరకు ఈ సరళ మాలికలన్ని మడతలు బడి, ఒక విలక్షణమైన త్రిమితీయకృతి గల ప్రోటీన్ నిర్మాణానికి దారి తీస్తున్నవి. దీన్ని ప్రోటీన్ టెర్షరీ (Tertiary) నిర్మాణమంటారు. ఒక ప్రోటీన్ కు ఈ మూడు నిర్మాణ దశలలోగల విలక్షణత శరీరములో ఆ ప్రోటీన్ కుగల బాధ్యతతో మడిపడి ఉంటుంది.

ప్రోటీన్ ల పైమరీ, సెకండరీ నిర్మాణాలను తెలుసుకోవడానికి రసాయనిక పద్ధతులు చాలా ఉపయోగపడతాయి. ప్రోటీన్ లు జలవిశ్లేషణ చర్య ద్వారా ఎమిన్ ఆమ్ల మిశ్రమము ఏర్పడుతుంది. ఈ మిశ్రమములోని ఎమిన్ ఆమ్లాలను గుర్తించడానికి పేపర్ క్రోమటోగ్రాఫీ (Paper Chromatography) చాలా విలువైన పద్ధతి. జంతువులలోను, వృక్షాలలోను 24 α - ఎమిన్ ఆమ్లాలు ఇంతవరకు గుర్తించబడినవి. వీటిని సహజ ఎమిన్ ఆమ్లాలు (Natural amino acids) అంటారు. వీటిలో కొన్నింటిని జీవి తనకు

అందుబాటులో ఉన్న పదార్థాలను పయోగించుకొని తయారు చేసుకొనగలదు. మిగతా వాటిని మనము తిను ఆహారము ద్వారా సంగ్రహించుకోవటము తప్ప వేరే గత్యంతరము లేదు. వీటిని అత్యవసర ఎమిన్ ఆమ్లాలు (Essential amino acids) అంటారు.

తి సున్నితమైన టెర్షరీ నిర్మాణాకృతిని అర్థం చేసుకోవటానికి X - కిరణ వివర్తనము వంటి ఆధునిక భౌతిక పద్ధతులను ఉపయోగించవలెను. ప్రోటీన్ లు చాలా సున్నితమైన పదార్థాలు. ఉష్ణపు, ద్రావణపు, ప్రభావంచే అవి తమ శక్తిని ప్రోగ్నాట్టుకొని శరీరములో వాటి విధి నిర్వహణకు నిరుపయోగమవుతాయి ఈ మార్పును డినేచురేషన్ (Denaturation) అంటారు.

మనము తీసుకొను ఆహారములోని ప్రోటీన్ లను శరీరముదీన్యూ యథాతథంగా ఉపయోగించుకొనదు ఈ ప్రోటీన్ లు జీర్ణకోశములోని ఎంజైమ్ ల వలన ఎమిన్ ఆమ్లములుగా మార్పుచెందుతాయి. ఇందులో కొంత భాగము కావలసిన ప్రోటీన్ లుగా మారి శరీరములోని దీన్యూ (Tissue) నిర్మాణమునకు తోడ్పడుతుంది. మరికొంత భాగము కార్బో హైడ్రేట్ గా, క్రొవ్యుపదార్థాలుగా మార్పుచెందును. మనకు కావలసిన ప్రోటీన్ లు ముఖ్యముగా మాంసము, చేపలు, గుడ్లు, సోయాబిక్కుడు, పాలు, పప్పు పదార్థముల నుండి లభిస్తాయి.

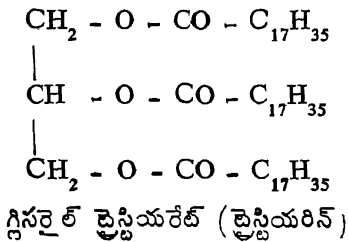


### కొవ్వు పదార్థాలు (Oils and fats)

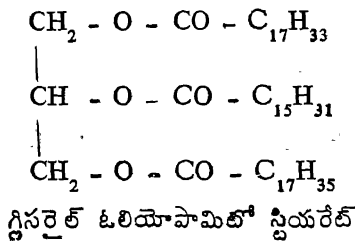
ఇవి జంతు సంబంధమైన కొవ్వులనుండి, పృథ్వీ సంబంధమైన నూనెలనుండి లభిస్తాయి. రసాయనికముగా, ఒక అణువు గ్లిసరోల్, మూడు అణువుల పాటి ఆమ్లాలతో ఎస్టరిఫికేషన్ చర్య (Esterification reaction) చెందటము వల్ల ఏర్పడే ట్రైగ్లిసరైడ్లను (Triglycerides) కొవ్వుపదార్థాలు లేక లిపిడ్లని (Lipids) అంటారు. వీటి అణు నిర్మాణాల్ని సూచించే సామాన్య సంకేతికము వెనుకటి పుటలో చివరన ఈయబడినది.

సాధారణముగా సరి సంఖ్యలో కర్బన పరమాణువులున్న పాటి ఆమ్లాలే ట్రైగ్లిసరైడ్ నిర్మాణములో పాల్గొంటాయి.

గ్లిసరైడ్లలో మూడు ఆమ్ల విభాగాలు సమానమైనపుడు వాటిని సామాన్య కొవ్వులు (Simple fats) అని, వేరు వేరు ఆమ్ల విభాగాలున్నపుడు మిశ్రమ కొవ్వులు (Mixed fats) అని అంటారు.



సాధారణ కొవ్వు



మిశ్రమ కొవ్వు

సామాన్య ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఘనస్థితిలో ఉన్న ట్రైగ్లిసరైడ్లను కొవ్వులు (Fats) అనీ, ద్రవరూప

ములో ఉన్న వాటిని నూనెలు (oil) అనీ అంటారు. పదికంటె తక్కువ కర్బన పరమాణువులు కలిగిన ఆమ్లాలు లేదా ఒకటిగాని అంతకంటె ఎక్కువ కార్బన్-కార్బన్ ద్వి బంధాలున్న ఆమ్లాలు ఉన్నప్పుడు గ్లిసరైడ్లు ద్రవరూపములో ఉంటాయి.

కొవ్వు పదార్థాల ధర్మాలు. ఉపయోగాలు-వాని సగటు అణుభారము, వానిలో ఉన్న విడి ఆమ్లాల (Free acids) పరిమాణము, అసంతృప్తత (Unsaturation) వంటి అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటాయి. ఆమ్ల విలువ (Acid value), సెపానిఫికేషన్ విలువ (Saponification value), రైఖెర్ట్-మైసెల్ సంఖ్య (Reichert-Meisels number), పోలెన్స్కి సంఖ్య (Polenski number), అయోడిన్ సంఖ్య (Iodine number) వంటి విశ్లేషణ పద్ధతులు కొవ్వు పదార్థాల స్వభావము, ధర్మాలను తెలుసుకొనుటలో మిక్కిలి ఉపయోగమైనవి.

అహార పదార్థాలలో మన శరీరానికి ఎక్కువ శక్తి నిచ్చేవి కొవ్వుపదార్థాలు. ఇవి శరీరములో, ముఖ్యముగా కండరాలలో, చర్మము క్రింది భాగములలో నిల్వ చేయబడి అవసరమైనపుడు ఆక్సికరణము చెంది, శక్తిని విడుదల చేస్తాయి. ఒక గ్రాము కొవ్వు పదార్థము దహనం (Combustion) చెందడము వల్ల 9500 కాలరీలు, ఒక గ్రాము ప్రోటీన్ దహనం చెందడమువల్ల 4400 కాలరీలు, ఒక గ్రాము పంచదార దహనం చెందడము వల్ల 1961 కాలరీలు ఉష్ణశక్తి వెలువడుతుంది.

మెదడు, మూత్రపిండము (Kidney), కాలేయము (Liver) లలో ఉండే కొవ్వు పదార్థాలు క్లిష్ట నిర్మాణాన్ని కలిగిఉంటాయి ఇందులో నైట్రోజన్ ఔరము (Nitrogenous base) గాని పాస్ఫోరికామ్ల విభాగముగాని ఉంటుంది. వెన్న, నూనెలు, మాంసములు కొవ్వుపదార్థాలు, సమృద్ధిగా కలిగిన అహార పదార్థాలు. అహార పదార్థాలలో

లభించే కొవ్వుపదార్థాలేగాక, జీవులు పిండి పదార్థాల నుండి కొవ్వుపదార్థాలను తయారు చేసుకొను శక్తిని కలిగి ఉంటాయి. కొవ్వు పదార్థాల జీవక క్రియ లలో కాలేయము ప్రధానమైనపాత్ర నిర్వహిస్తుంది. కొవ్వు పదార్థాల కొంతవల్ల శరీర పెరుగుదల లోపించి చర్మవ్యాధులు రావడానికి అవకాశము కలుగుతుంది.

### కార్బోహైడ్రేట్లు (Carbohydrates)

కార్బోహైడ్రేట్లు శరీరమునకు కావలసిన శక్తినిచ్చే ముఖ్యమైన పోషక పదార్థాలు చిన్న అణువైన గ్లూకోజ్ నుంచి క్లిష్టస్థాయి అణు కలిగి ఉన్న స్టార్చ్, సెల్యులోజ్ ల వరకు అనేక పదార్థాలు ఈ తరగతిలోకి వస్తాయి. వీటి అణు సంకేతము సాధారణముగా  $C_n H_{2m} O_m$  లేదా  $C_n (H_2 O)_m$  కు సరిపోవుటచేత వీటికి కార్బన్ యొక్క హైడ్రేట్లు లేక కార్బోహైడ్రేట్స్ అను పేరు వచ్చినది. చక్కెర పదార్థాలు, వరి, గోధుమ వంటి ధాన్యాలు, బంగాళదుంపలు, పిండి పదార్థాలు విరివిగా ఉన్న కూరలలో కార్బోహైడ్రేట్లు సమృద్ధిగా ఉంటాయి.

స్టార్చ్ మన శరీరములో డైస్టేస్ (Diastase), అమైలేస్ (Amylase) వర్గానికి చెందిన ఎన్జైమ్ల ప్రభావముచే సంపూర్ణ జలవిశ్లేషణచెంది గ్లూకోజ్ గా మారుతుంది. గ్లూకోజ్ శరీరానికి శక్తినిచ్చే ప్రధానపదార్థము. గ్లూకోజ్ రక్తముద్వారా శరీరములోని సమస్త జీవకణాలకు సరఫరాఅయి ఆక్సిజన్ కరణముచెంది శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. శరీరావసరాలకు మించి రక్తంలో ఉన్న గ్లూకోజ్ కాలేయములో గ్లైకోజన్ (Glycogen) అనే పాలీశాకరైడ్ గా మారి నిలవ అవుతుంది. రక్తములోని గ్లూకోజ్ పరిమాణము తగ్గినపుడు గ్లైకోజన్

గ్లూకోజ్ గా మారి రక్త ప్రవాహములోనికి విడుదల చేయబడుతుంది. కండరాలు పని చేయునపుడు గ్లూకోజ్, ఎన్జైమ్ల ప్రభావముచే ఆక్సిజనరణము చెంది, తుదకు లాక్టికామ్లము అను హైడ్రాక్సి అమ్లముగా మారి, పనిచేయుటకు కావలసిన శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. అలసట, శరీరములోని కార్బోహైడ్రేట్ల కొంతను సూచిస్తుంది.

### విటమిన్లు (Vitamins)

ప్రోటీన్లు, కార్బోహైడ్రేట్లు, కొవ్వుపదార్థాలు, తగిన పాళ్ళలో శరీరానికి అందజేసినప్పటికీ, క్రమపెరుగుదలకు, పరిపూర్ణ ఆరోగ్యానికి కొన్ని అన్యపదార్థాలు చాలా తక్కువ పాళ్ళలో అవశ్యకమని శాస్త్రజ్ఞులు వ్రయోగ పూర్వకముగా నిరూపించినారు. ఇట్టి పదార్థములలో విటమిన్లు ముఖ్యమైనవి. ఇవి శరీరములో ఉండివు, కనుక ఆహారము ద్వారానే తీసుకొనవలెను. ద్రావణీయతను ఆధారముగా చేసుకొని విటమిన్లను - నీటిలో కరిగేవి (water soluble), కొవ్వుపదార్థములో కరిగేవి (fat-soluble) అని - రెండు వర్గాలుగా విభజించవచ్చు. A, D, E, K విటమిన్లు కొవ్వు పదార్థాలలో కరిగేవి. B - వర్గానికి చెందిన విటమిన్లును, C - విటమిన్ లేక అస్కోర్బిక్ ఆమ్లము (Ascorbic acid) ను నీటిలో కరుగు విటమిన్లు. B - వర్గములో అనేక విటమిన్లు ఉన్నాయి. B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>. నికోటిక్ ఆమ్లము, పాంటోథెనిక్ ఆమ్లము, బయోటిన్, కోలినఫోలిక్ ఆమ్లము అనేవి వీటిలో కొన్ని.

కొన్ని ముఖ్యమైన విటమిన్లు, వాని ఉనికి, శరీరములో అవి నిర్వహించే పాత్ర, వాని లోపము వలన పరిణామాలు ఈ క్రింది పట్టికలో వివరింపబడినవి.

విటమిన్	ఉనికి	ప్రాముఖ్యము	లోపమువల్ల కలుగు పరిణామము
A.	చేపనూనెలు, గుడ్డు, కేరట్, టొమాటో, ఆకు కూరలు	సక్రమ పెరుగుదల, నేత్రవిధి నిర్వహణ	కంటి వ్యాధులు, దంత వ్యాధులు, జలుబు, బరువు తగ్గటం, వ్యాధి నిరోధక శక్తి తగ్గటము.
B	దంపుడు బియ్యము, గోధుమలు, మాంసము, పప్పులు,	కార్బోహైడ్రేట్లనుండి శక్తి వెలువడే ప్రక్రియను సరిచూడడము.	బలహీనత; బరువు, ఆకలి తగ్గట (బెరిబెరి వ్యాధి).
B <sub>2</sub>	గుడ్డు మాంసము, చేపలు, పాలు, చిక్కుడు	పెరుగుదల, చర్మారోగ్యము.	చర్మము, నోటి కొనలు పగలడం, నాలికపూత, కాళ్ళ వాపు.
B <sub>12</sub>	మాంసము, కాలేయము.	సక్రమ పెరుగుదల.	బలహీనత, పెరుగుదల, మరియు ఎర్ర కణాల సంఖ్య తగ్గట.
C	నిమ్మకాయ పళ్ళు, టొమాటో, పెద్ద ఉసిరి, పచ్చికూరలు.	రక్తనాళాల దార్ధ్యము, శరీర పటుత్వము.	షళ్ళ చిగుళ్ళనుండి రక్తస్రావము, చర్మంమీద పుళ్ళు, చిడుము (స్కర్వి)
D.	చేపనూనెలు, చర్మం మీద సూర్యరశ్మి ప్రభావముచే విటమిన్ D- ఏర్పడును.	కాల్షియం, ఫాస్ఫరస్, శరీరానికి ఉపయోగపడు తీరును క్రమపరచడము.	ఎముకల గట్టితనము తగ్గట, దొడ్డికాళ్ళు, తొంటచేతులు, ఊదర పొట్ట (రికెట్స్).
K	ఆకు కూరలు, కాబేజీ, కాలిఫ్లవర్, ఆల్ఫాల్ఫా (Alfalfa)	రక్తస్రావాన్ని అరికట్టుట	గాయముల నుండి ఆపుదం లేకుండా రక్తస్రావము.

డా. కె. కొండల్ రెడ్డి

## 59. ఔషధాలు

(DRUGS)

అనాది నుండి మానవుడు ఎదుర్కొంటున్న ప్రధానమైన సమస్యలలో వ్యాధులు ఒకటి. వ్యాధులను కలిగించే జీవులలో కంటికి కనిపించకుండా

హానిని కలిగించే సూక్ష్మజీవులు, కంటికి కనిపించునంతటి పెద్దవైన సులిపురుగులు, ఏలికపాములు వంటి క్రిములు కలవు. సూక్ష్మ జీవులలో జంతు

సంబంధమైన ప్రోటోజోవా (Protozoa), వృక్ష సంతతికి చెందిన బాక్టీరియా (Bacteria), ప్రోటీన్ లక్షణాలు కలిగిన అత్యంత సూక్ష్మమైన వైరస్ (Virus) అను మూడు వర్గాలున్నాయి. మలేరియా, సిఫిలిస్ వంటి వ్యాధులు ప్రోటోజోవా జాతికి చెందిన క్రిములవర్గ సంక్రమించును. కలరా, కుష్టు, క్షయ, న్యూమోనియా, డైఫెయిడ్ వంటి వ్యాధులు కలగటానికి బాక్టీరియా కారణము. అత్యంత సూక్ష్మమైన వైరస్ మూలంగా ఇన్ఫ్లు ఎంజా, మశూచికము, వంటి రోగాలు కలుగుతాయి.

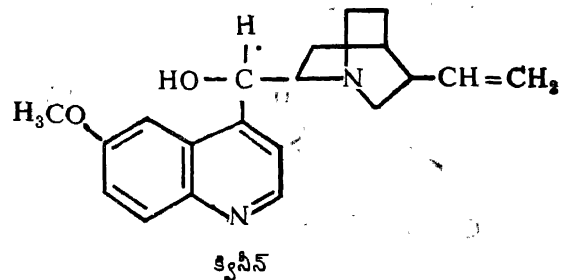
ఈ శతాబ్దారంభములో రసాయనిక పదార్థముల నుపయోగించి పరాన్నభుక్తు (Parasites) లైన సూక్ష్మజీవుల నుండి మానవులకు సంక్రమించు వ్యాధులను నివారించడానికి చాలా కృషి జరిగినది. మన శరీరానికి ఏ హాని కలగజేయుకుండా వ్యాధిని సంక్రమింపజేయు సూక్ష్మజీవులను మాత్రమే నిరోధించు రసాయన పదార్థాలను ఔషధములు అనవచ్చు. అనేక రసాయన పదార్థాల నిర్మాణములో స్వల్పమైన మార్పులు గావించి, ఆ విధముగా ఏర్పడు ఉత్పన్నాలకు గల వ్యాధి నిర్మూలన శక్తిని పరీక్ష చేయు నిరంతర కృషివలెతలే మనకు ఈ నాడు లభించే ఔషధములు. ఈ రసాయన పదార్థములలో మలేరియా నివారణ ఔషధాలు (Anti-malarials), సల్ఫా ఔషధాలు (Sulpha drugs), ఏంటి - బయటిక్ పదార్థాలు. (Anti-biotics) ముఖ్యమైనవి.

### మలేరియా నివారణ ఔషధాలు :

మలేరియా రావడానికి ఏనోఫిల్స్ (Anophiles) దోమ మీద పరాన్నభుక్తుగా నివసించే ప్లాస్మోడియం వైవాక్స్ (Plasmodium vivax) అను ప్రోటోజోవా కారణము. ఈ ప్రోటోజోవా జీవిత చక్రం (Life cycle) లో అర్ధభాగము దోమలో

జరుగును. దోమ కుట్టినపుడు ఈ ప్రోటోజోవా మన శరీరములో ప్రవేశించి జీవితములో రెండవ అర్ధభాగాన్ని కొనసాగిస్తున్నప్పుడు మలేరియా వస్తుంది.

సింకోనా (Cinchona) చెట్టు బెరడు, మలేరియాకు మందుగా కొన్ని శతాబ్దాలుగా వాడుకలో ఉంది. పరిశోధనల ఫలితముగా ఈ చెట్టులో ఉన్న క్వినీన్ (Quinine) అనే ఆల్కలాయిడ్ (Alkaloid) కు మలేరియా వ్యాధి నిరోధక శక్తి కలదని తెలుసుకొన్నారు.

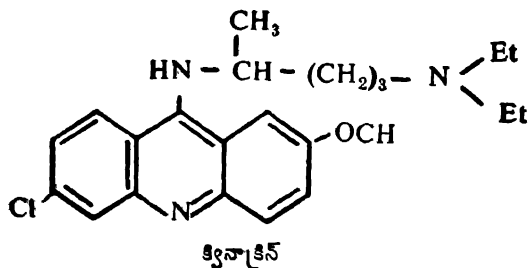


క్వినీన్ అణునిర్మాణంలోని కొన్ని భాగాలను ప్రోలి ఉన్న అనేక కర్పన సమ్మేళనాలను సంయోజనముచేసి వాని మలేరియానివారణ శక్తిని అంచనా వేసినారు. ఈ విధముగా కొన్ని విలువైన సంయోజిత మలేరియా నివారణ ఔషధాలను (Synthetic anti-malarials) కనుగొన్నారు. ఈ ఔషధాలను ఎక్రిడిన్, క్వినోలీన్, డైగ్వానైడ్ ఉత్పన్నాలుగా విభజించవచ్చు.

విరివిగా వాడబడుచున్న కొన్ని ముఖ్యమైన మలేరియా నివారణ ఔషధాలను గురించి ప్రత్యేకపుటలో తెలిపినాము.

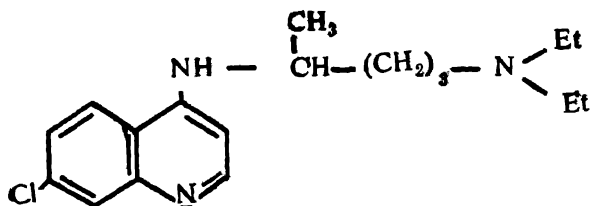


ఏటెబ్రిన్, మెపాక్రిన్ లేదా క్వినాక్రిన్ :

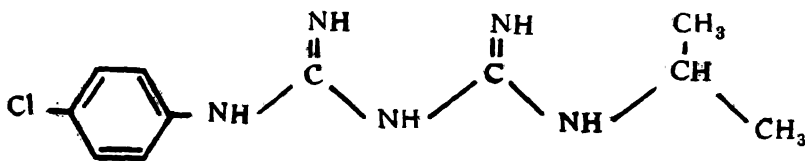


ఇది ఎక్రిడిన్ తరగతికి చెందినది. ఇది క్విసిన్ కంటే విశిష్ట మయినది. కాని దీనిని వాడటము వలన చర్మానికి పసుపుపచ్చ రంగు వచ్చుట, వికారము కలుగుట మొదలయిన అవాంఛనీయ ప్రభావాలు గమనించబడినవి.

క్లోరోక్విన్ లేక ఆరాలిన్ :



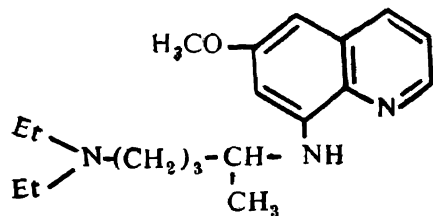
పాలుక్రిన్ లేదా ప్రోగ్యానిల్ :



రైగ్యానైడ్ తరగతికి చెందిన ఈ రసాయన పదార్థము ఎటెబ్రిన్, క్లోరోక్విన్ కంటే కూడా ప్రశస్తమైన ఔషధము. మలేరియా వ్యాధిని కుదర్చుడములోనే కాకుండా, రక్షక ఔషధము (Prophylactic drug)గా పనికి వచ్చుటచేత పాలుక్రిన్ అత్యుత్తమ ఔషధముగా ఎంచవచ్చును.

ఇది క్విన్లోరిన్ ఉత్పన్నము. క్విసిన్, ఎటెబ్రిన్ కంటే ఉత్తమ మయినది

ప్లాస్మోక్విన్ లేదా పామాక్విన్ :



ఇది కూడా శ్రేష్టమైన మలేరియానివారణ ఔషధము.

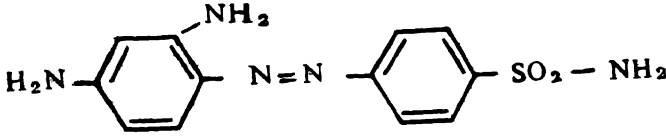
పైన ఉదహరించబడిన మూడు ఔషధాల్లో ఆల్బెర్ట్ ఎమిన్ ప్రమేయమునకు, మలేరియా వ్యాధి నివారణ శక్తికి అవినాశావ సంబంధమున్న విషయము గమనార్హము.

సల్ఫా ఔషధాలు :

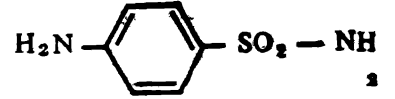
1932లో నోబెల్ బహుమతి పొందిన జి.దోమేగ్ (G. Domagk) అను జర్మన్ వైద్యుడు, ఆధునిక రసాయన చికిత్సకు మూలపురుషుడని చెప్పవచ్చును. హానికరమైన బాక్టీరియాను చంపే మందుల కోసం వెదికే ప్రయత్నంలో, దోమేగ్

ప్రెంటోసొక్స్ అను బాక్టీరియమ్ వల్ల పీడితములైన ఎలుకలపై ఏజో రంగు పదార్థాలను (Azodyes) ఎన్నింటినో పరీక్షించినాడు చిట్టచివరకు ప్రాంటోసిల్ (Prontosil) అను పదార్థమునకు వ్యాధినిరోధక శక్తి కలదని తెలుసుకొన్నాడు. ప్రాంటోసిల్ ను

ఔషధముగా వాడి, నూది గుచ్చుకొని నెత్తురు విషపూరితమై చావు బ్రతుకుల మధ్య కొట్టుకొనే తన కుమార్తె ప్రాచాలను ఆ నెయ్యిడు దక్కించుకొన్నాడు.

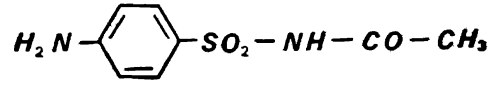


ప్రాంటోసిల్

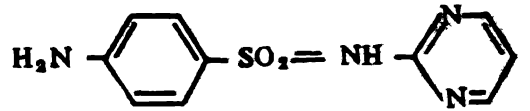


సల్ఫా నింమైడ్

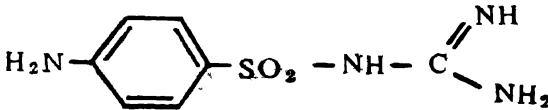
ప్రాంటోసిల్, శరీరములో, సల్ఫానింమైడ్ (Sulphanilamide) గా మార్పు చెందుననీ, ఈ పదార్థమునకు వ్యాధి నిరోధక శక్తి కలదనీ పరిశోధనల మూలంగా కొందరు ప్రేంచి శాస్త్రజ్ఞులు తెలుసుకొన్నారు. తరువాత వేలకొలది సల్ఫానింమైడ్ ఉత్పన్నాలు తయారుచేసి వాటి బాక్టీరియముల నిర్మూలనాశక్తిని పరీక్షించినారు. ఈ విధముగా లభించిన కొన్ని ముఖ్యమైన సల్ఫా ఔషధాల సంకేతికాలు దిగువ చూపబడినవి



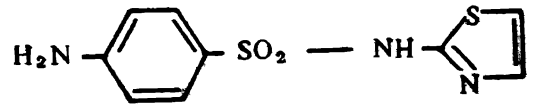
సల్ఫా ఎఫిన్ మైడ్ లేక అబ్సుసిడ్



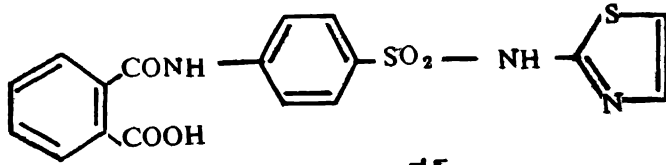
సల్ఫామై ఆజిన్



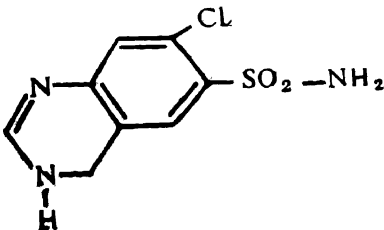
సల్ఫా గ్యానిడిన్



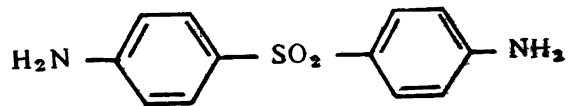
సల్ఫామెజోల్ లేక సింజార్



థాలజోల్



క్లోరోథమైడ్



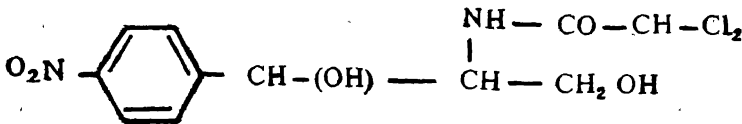
సల్ఫానిల్ రై ఆనిలిన్

న్యూమోనియా, గనోరియా, కొన్ని రకాలైన మెనింజిటిస్ (Meningitis), నెత్తురు విషపూరిత మగుట (Blood-Poisoning), స్కార్లెట్ జ్వరము

(Scarlet fever), టాన్సిలైటిస్ (Tonsillitis), సైనస్ వ్యాధులు. (Sinus infections) మొదలగు వాని నుండి మనలను రక్షించడములో ఈ సల్ఫా ఔషధాలు ప్రముఖపాత్ర వహించినాయి. సల్ఫా ఔషధాలు మన శరీరములోని బాక్టీరియముల పెరుగుదలను ఆరికట్టగలవు (Bacterio-static); కాని వాటిని చంపలేవు (not bactericidal). అందువలన ఈ మందులను తగు మోతాదులలో నియమబద్ధముగా అనేకసార్లు వాడవలసి ఉంటుంది

### యాంటిబయోటిక్ పదార్థాలు :

కొన్ని సూక్ష్మజీవులు మానవుని కెంతో ఉపయోగకరమైనవి; ఇవి విడుదల చేయు పదార్థములు, క్లిష్ట నిర్మాణము కలిగి, వ్యాధులకు కారణమైన సూక్ష్మజీవుల పెరుగుదలకు అడ్డుతగిలి, నశింపజేస్తాయి. ఇట్టి పదార్థాలను యాంటిబయోటిక్ లు అంటారు. ఈనాడు వాడుకలో ఉన్న ఔషధాలలో యాంటిబయోటిక్ లు అగ్రస్థానము వహించి యున్నాయి. పెనిసిలిన్, స్ట్రెప్టోమైసిన్, క్లోరాంఫినికాల్, టెట్రాసైక్లిన్ లు ఇందులో ముఖ్యమైనవి.



### క్లోరో మైసిటిన్

దీని నిర్మాణము ఇతర యాంటిబయోటిక్ లతో పోల్చి చూస్తే ఏమంత క్లిష్టమైనది కాదు. సహజ పదార్థాలలో అరుదుగా ఉండు నైట్రో, క్లోరిన్ ప్రమేయాలు ఈ యాంటిబయోటిక్ నిర్మాణములో ఉండుట గమనించదగిన విషయము. క్లోరో మైసిటిన్ ను పారిశ్రామికంగా రసాయనిక సంయోజన ద్వారా తయారు చేయుచున్నారు.

### టెట్రా సైక్లిన్ లు :

టెట్రామైసిన్, ఆరియె మైసిన్ లు, టెట్రాసైక్లిన్ తరగతికి చెందిన యాంటిబయోటిక్ లు. అనేక

### పెనిసిలిన్ :

పెనిసిలియం నాచేటమ్ నుండి లభించు ఈ యాంటిబయోటిక్ ఏడెనిమిది పెనిసిలిన్ ల మిశ్రమము. వీటిలో ముఖ్యమైన పెనిసిలిన్ G, అను ప్రసిద్ధ ఔషధము.

మానవులకు హాని కలిగించే అనేక బాక్టీరియమ్ లను ఆరికట్టే శక్తి ఉన్న పెనిసిలిన్ అద్భుతమైన ఔషధము (Wonder drug) గా పేరు గాంచినది.

### స్ట్రెప్టోమైసిన్ :

స్ట్రెప్టోమైసిన్ గ్రీసియన్ నుంచి ఏర్పడు ఈ యాంటిబయోటిక్ - నిమోనియా, మెనింజిటిస్, మొదలైన వ్యాధులను కుదర్చడానికి మిక్కిలి ఉపయోగపడుతుంది.

### క్లోరోమైసిటిన్ లేక క్లోరామ్ ఫినికాల్ :

చాలా శక్తి వంతమైన ఈ యాంటిబయోటిక్, స్ట్రెప్టోమైసిన్ వెనెజూలే నుండి ఉత్పత్తి అవుతుంది. టైఫాయిడ్ వంటి వ్యాధులకు దీనిని ఎక్కువగా వాడుచున్నారు.

వ్యాధులను, ప్రత్యేకముగా ట్రాకోమా (Trachoma) లేదా కొయ్యగండల వ్యాధిని-నివారించడానికి ఇవి చాలా ఉపయోగకరమైనవి. ఇంకా ఎరిథ్రోమైసిన్, నోవోబయోసిన్, నియోమైసిన్, పాట్యులిన్ మొదలయిన యాంటిబయోటిక్ పదార్థాలు ఎన్నో వాడుకలో ఉన్నాయి. యాంటిబయోటిక్ పదార్థాలు వైరస్ వలన కలుగు వ్యాధులను అంతగా నివారించలేవు.

## 60. జీవ రసాయన శాస్త్రము

**ఉపోద్ఘాతము :**

గడచిన రెండు శతాబ్దాలుగా భౌతిక శాస్త్రాలలో జరిగిన ఘనమైన అభివృద్ధి, జీవశాస్త్రాల పెరుగుదల, అభివృద్ధిపై అగాధమైన ప్రభావాన్ని కలిగి ఉంది. ఇటీవల రెండు దశాబ్దాలలో జీవరసాయన శాస్త్రంలో జరిగిన అభివృద్ధి విప్లవాత్మకంగా ఉంది. ఇందువల్ల జీవశాస్త్రము హెచ్చు లాభం పొందింది. తత్ఫలితంగా జీవరసాయన శాస్త్రంలో, రసాయన-జీవ శాస్త్రాల మధ్య సఫలీకృతమైన ప్రక్రియలు ఇదివరకెన్నడూ జరగని విధంగా జరగడానికి వీలయింది.

“జీవరసాయన శాస్త్రము” అంటే, దాని పేరులోనే ఇమిడి ఉన్నట్లు, జీవనానికి సంబంధించిన రసాయన పరిజ్ఞానము అని అర్థం. అయితే జీవం అంటే ఏమిటి, అన్నప్రశ్నకు కచ్చితమైన నిర్వచనాన్ని ఇవ్వలేము. అనగా తాత్విక దృష్ట్యా ప్రాణ సహిత, ప్రాణరహిత, వస్తువుల మధ్యనూ, చలన సహిత, నిశ్చల వస్తువులమధ్యనూ భేదాలను సృష్టించి చదవడం కష్టము. కాని, జీవంగల వస్తువులమధ్య భౌతిక-రసాయనాధ్యయనము ఎంత సఫలీకృతంగా జరిగిందంటే సజీవ, నిర్జీవ ప్రపంచానికి సంబంధించి నంతవరకు భౌతిక రసాయనశాస్త్ర సూత్రాలు ఒకటే నన్ను విషయం వాస్తవమని తెలియింది. ఇందువల్ల “సజీవత్వము” (Vitalism)-అంటే జీవకణాలలో జీవబలం (Vital force) ఉన్నది-అనే భావాన్ని ఎల్లకాలానికి విసర్జించటానికి వీలయింది. చేతన, అచేతన పదార్థాలను భేదపరచటానికి ఉపయోగపడే

ఈ సజీవత్వభావము జీవాశాస్త్రాధ్యయనాన్ని, భౌతిక రసాయన శాస్త్రాల పరిధికి, అవతలగా ఉంచి ఉండేది.

సజీవ పదార్థాలను ఒక విధంగా విశదీకరించాలంటే అవి నీటితో సహచరితమై ఉంటాయనీ బహుప్రావస్థా వ్యవస్థలో గతిక సమతా స్థితిని, వివిధ భాగాల మధ్య వ్యత్యాసాన్ని కనబరుస్తాయనీ అనవచ్చు. రూపాత్మకంగాను ప్రమేయాత్మకంగానూ జీవవంత రూపాలు మహోత్తమ వైవిధ్యాన్ని కనబరుస్తాయి. వర్ణపటానికి ఇరువైపులా ఉన్న రెండు విధాల రంగులవలె అవి మానవుడిని సూక్ష్మజీవులను (బాక్టీరియా) పరివేష్టిస్తాయి. అవి అనేక రసాయన సమ్మేళనాలను వివిధ నిర్మాణాత్మక అంశాలను (రూపశాస్త్రరీత్యా) కలిగి, వలసిన శక్తిని ఈయ సమర్థమగు ప్రక్రియల ఆలంబనము గల క్రమబద్ధీకృత ప్రమేయాల అల్లిక జిగిబిగిలో సువ్యవస్థితములై, స్వాభావికమైన పునరుత్పత్తి సామర్థ్యాన్ని కలిగి ఉండటంవల్ల జీవులన్నీ నశించకుండా బ్రతికి ఉండగలుగుతున్నాయి.

స్థూలజీవులన్నీ సజీవ పదార్థానికి యూనిట్లైన జీవకణాలతో నిర్మింపబడి ఉంటాయి. ఈ జీవకణం, సృష్టిలోని ఒక అద్భుత విషయము. జీవానికి ఆతి సూక్ష్మరూపమైన ఈ కణాన్ని-జీవపదార్థ మూలమైన దానిని-ఇంతవరకు మానవుడు కూడా పరీక్షనాళికలో రూపొందించ లేకపోయినాడు. బోరాన్, కాల్షియం, కార్బన్, క్లోరిన్, కోబాల్ట్, కాపర్, మైట్రోజన్, ఇనుము, అయోడిన్, పొటాషియం,

మాంగనీస్, నిలికాన్, గంధకము, వెనేడియం, జింక్ - ఈ మూలకాలన్నింటిని ఏదో ఒక విధమైన రసాయన సంయోగంలో ఈజీవకణాలు కలిగి ఉంటాయి. అన్నింటికంటే చిన్నదయిన (ఒకటిలేక రెండు మైక్రానుల వ్యాసము గల) ఖాక్సిరియంలో ఈ మూలకాలలో కొన్ని, వేలకొంది వివిధ అణువులుగా నిర్మింపబడి ఉండి, దానిలోపల వివిధ పాత్రల నిర్వహించేటట్లు ఉండవచ్చును. ప్రమేయాత్మకంగా జీవకణము యొక్క పౌరువుకు అవసరమయ్యే పెద్ద సమ్మేళనాల సముదాయాలలో న్యూక్లియిక్ ఆమ్లాలు (సహచార కేంద్రాలు) గాను, ఎన్జైమ్లు (ఉత్పేరకాలు) గాను, హార్మోన్లు (క్రమబద్ధ కారకాలు) గాను, చలన ప్రమేయాలు గానూ, పనిచేసే ప్రోటీన్లు ఉన్నాయి.

జీవకణంలోని RNA ను తయారు చేసే విధానాన్ని క్రమబద్ధం చేయడానికి DNA ఉపయోగపడుతుందనే విషయాన్ని గుర్తించడమున్నూ; RNA అనేక విశిష్ట ప్రోటీన్ల సంయోజనానికి, కూర్పుకూ, నమూనాలను సిద్ధము చేయగలదనే విషయాన్ని, గుర్తించడమున్నూ గడచిన రెండు దశాబ్దాలలో కనుక్కున్న ముఖ్యవిషయాలు. క్రోమోజోములలోని DNA, జీవకణాల సృష్టికరణకు నిర్దేశకావుండి, ప్రతికార్యక్రమానికి సలహాదారుగా పనిచేస్తుంది. అయితే ఎన్జైమ్లు (ప్రోటీన్లు) లేకుండా DNA సంయోజనాన్ని సాధించడం కూడా కష్టతరమవుతుంది. కాబట్టి భూమిమీద అణువులయొక్క, జీవముయొక్క ఉత్పత్తిని గురించి ఆలోచించేటప్పుడు DNA ముందా, లేక ప్రోటీన్ ముందా (గ్రుడ్డుముందా, కోడిముందా!) అనే గూఢప్రశ్న - రసాయన పరిణామమును, భూమిమీద జీవోత్పత్తిని గురించి పరిశోధనచేసే వారిని - సంభ్రమపరుస్తూనే ఉంటుంది. అయితే డార్విన్ ధర్మమా అని జీవరాసుల బహురూపత్వాన్ని పరిణామ సిద్ధాంత సహాయంతో విశదీకరించడానికి సాధ్యమవుతున్నది.

గడచిన కొన్ని దశాబ్దాలుగా జీవరసాయన శాస్త్రంలో క్రింద పేర్కొన్న విషయాలపై ముఖ్యమైన అభివృద్ధి జరిగింది.

ప్రోటీన్ల ద్విమితీయ త్రిమితీయ నిర్మాణాలనూ, ఇబి జీవ సంబంధమైన కార్యక్రమాలకు నిర్మాణాత్మక ప్రాతిపదికనూ వివరించగలిగి ఉన్నాము. వివిధ జాతుల జంతువులలో నుండి ప్రత్యేకించబడినటువంటి, ఏదైనా ఒక ప్రమేయాత్మకంగా ముఖ్యమైన ప్రోటీన్ నిర్మాణంలోగల వ్యత్యాస కారణంగా జీవరాసుల మధ్య ఉన్న వర్గీకరణ సంబంధాలను, రసాయన ప్రాతిపదికరీత్యా విశదీకరించడానికి సాధ్యమయింది. పెద్ద ప్రోటీన్ అణువులను రసాయనికంగా సంయోజనముచేయ సాధ్యమవుతున్నది. DNA యొక్క వాటసన్-క్రిక్ ద్వి కుండలీయ నిర్మాణము (The Watson-Crick double helical structure of DNA), క్రోమోజోమల వారసత్వపు పదార్థమైన DNA ఏర్పాటుచేసే సహచార ప్రకృతి, జీవరాశిలో జన్యువు (gene) ను వ్యక్తముచేసే చర్యా విధానము - ఇవి అన్నీ న్యూక్లియిక్ ఆమ్లాల విషయంలో ఎన్నతగిన అభివృద్ధి విశేషాలు. వివిధ న్యూక్లియిక్ ఆమ్లాల నిర్మాణాలను కనుక్కోవడమే కాకుండా, జన్యువులను నిర్మించడానికి అవసరమయ్యే ఇలాంటి అణువులను సంయోజనము చేసే విధానాన్ని కూడా సాధించ శక్యమవుతున్నది. ఇట్లాంటి ఆకర్షణీయమైన పెరుగుదల మార్గాలు కొనసాగడమే కాక, శరీరంలో జరిగే జీవన క్రియా మార్పులను (సంయోజన, విశ్లేషణలను), జీవన శక్తులను అర్థం చేసుకొనే జ్ఞానాన్ని ఈ పరిశోధనలు పెంపొందిస్తున్నాయి.

ఇతరత్రా తన ఉనికిని మందకొడిగా కొనసాగిస్తూఉండే మానవుడు, ప్రకృతిలో తన స్థానమేమిటో తెలిసికొనుటలో, ఆతని శ్రేయస్సుకు దోహదంచేయని ఏ విద్యుత్పంబిధిమైన అంశమైనా ఆ మానవుని ప్రశంసలను అందుకోలేదు. జీవరసా

యన శాస్త్రము హెచ్చు సంభవనీయతనుకలిగి ఉండటమేగాక మానవశ్రేయస్సును పెంపొందించే సమర్థతను కూడా ప్రదర్శించింది. మానవ పోషణ ప్రాతిపదికను, వ్యాధిప్రాతిపదికను అర్థం చేసుకోవడంవల్ల మానవుడికి మేలైన ఆరోగ్యం, ధీర్వ జీవితకాలము సమకూడినాయి. ఇంతేకాక ఈ ప్రయోజనాలు, మేలైన వ్యవసాయ పంటలు, పాలు, పెరుగు సంబంధమైన వస్తువుల పెంపుదలకు, వ్యాధులను అరికట్టడానికి సరికొత్త, ఔషధాల ఉత్పత్తికి కూడా విస్తృతమయినాయి. సహజంగా ఒక ఆశాజనకమైన వాతావరణం వ్యాపించి ఉన్నది. ఐహుళః అనతికాలంలోనే ఎథిరో స్ట్రైరోసిస్, కాన్సరువంటి భయంకర వ్యాధులను అరికట్టడానికి దగిన కారకాలను, పద్ధతులను కనుగొని, తద్వారా మెదడు పనిచేసే విధానం, జ్ఞాపకశక్తి

లాంటి విషయాలకు రసాయనిక ప్రాతిపదికను రూపొందించడం సాధ్యపడవచ్చు.

డాక్టరు. కె. శివరామశాస్త్రి డాక్టరు జె. నిర్మల గార్లచే రచించబడ్డ ఈ భాగంలోని మొదటి అధ్యాయం, చదువరికి జీవముయొక్క రసాయన ప్రాతిపదికను పరిచయం చేస్తుంది. డాక్టరు జి. వెంకటేశ్వర్లు గారిచే రచింపబడ్డ రెండవ అధ్యాయము జీవరసాయన శాస్త్రాన్ని, దాని ఉపయోగాలనూ అర్థం చేసుకున్నందువల్ల మానవుడికి సమకూడే ప్రయోజనాలను విశద పరుస్తుంది.

మూలం :- ఆచార్య యల్. కె.

రామచంద్రన్

తెలుగు సేత :- డాక్టర్ మురళీధర సిద్ధాంతి.

## 61. జీవప్రక్రియలు - నిర్మాణము, వ్యాపారము

సంపూర్ణమైన ఒక జీవకూటము (organism) ను, ఉత్పత్తి చేయడానికై, సంయోగంచెందే ఒక కణం, లేదా రెండు కణాలనుంచే, జీవసృష్టి మొదలవుతుంది. చాలా సరళమైన జీవరూపాలు ఏకకణ జీవరూపాలు (unicellular). జీవితచక్రంలో పుట్టుక, పెరుగుదల, చావు అన్నవి మూడు ఉంటాయి. జీవరూపాలు (Living forms) అన్నీ పారంపర్యంగా రూపొందే పునరుత్పాదన వలయాల (Reproduction Cycles) ద్వారా, తమ వ్యక్తిత్వాన్ని నిలుపుకొంటాయి. దృఢ నిబంధనలు (Rigid Rules), మాతా పితరులనుంచి, సంతానానికి సంక్రమించే వారసత్వ లక్షణాన్ని, క్రమబద్ధం

చేస్తాయి. అయితే గడచిన అనేకవేల సంవత్సరాల కాలంలో, భూమిమీద రకరకాల కొత్త జీవరూపాలు, రూపొందడం జరిగింది. అల్పమైన ఆదిమ జీవ రూపాలనుంచి మానవుని వరకు సాగిన వివిధ జీవ జాతుల పరిణామానికి కారణమైనది, విపర్యయ పరిణామ మనబడు నిదానమైన ప్రక్రియ అని విజ్ఞానవేత్తలు చెబుతారు. ఈ విశ్వంలో మరెక్కడైనా సృష్టికి సంబంధించిన ఈ మాదిరి సందర్భాలు జరిగితే జరుగుతూ ఉండవచ్చు; కాని ఇది కేవలం ఊహాత్మక (Speculative)మైనదే. ముందు ముందు జరుగబోయే అన్వేషణలో, ఇది నిజమే కాదో తెలియాలి.

జీవ రసాయనాలు :-

కణాలన్నింటిలోనూ, అందలి కణద్రవ్యపు (Cell mass) మొత్తంలో 60-70% వరకు ఉండటమేగాక మౌలిక మాతృకగా కూడా, వ్యవహరించే వీటితోపాటుగా కొన్ని రకాల రసాయన ద్రవ్యాలున్నూ, అంతర్భాగాలుగా ఉంటాయి. ఇవి రెండు వర్గాలుగా ఉంటాయి:-మహదణువులు(Macromolecules), సరళ ఏకాంశకణ యోగికాలు (Simple monomeric compounds). మహదణువుల అంతర్భాగాల(Macromolecular components) లో ప్రధానమైనవి : ప్రోటీన్లు, కార్బోహైడ్రేట్లు, న్యూక్లిక్ ద్రావకములు (Nucleicacids). ఇక ఏకాంశకణ యోగికాలు అన్నవి :- గ్లూకోజ్ వంటి చక్కెర పదార్థాలు, సుమారు 18-20 ఎమినో ఆసిడ్లు, ఫ్యూరన్లు, పీరిమిడిన్లు, విటమిన్లు, హార్మోన్లు, నిరింద్రియ అయాన్లు.

గ్లూకోజ్ వంటి మామూలు చక్కెర పదార్థాలలో కార్బన్, హైడ్రోజన్ ఆక్సిజన్ ఉంటాయి. ఇవి కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్ గాను నీరుగాను ఆక్సికరణం చెందే శక్తిదాయక పదార్థాలుగా ఉపయోగ పడతాయి. జీవపదార్థజాలముసాగించే కార్యకలాపాలు కొనసాగటానికి శక్తి ఉపయోగపడుతుంది. ఎమినో యాసిడులలో కూడా నైట్రోజన్ ఉంటుంది. ఇవి గొలుసు కట్టగా ప్రోటీన్లను ఉత్పత్తి కావించడానికి పీరియన ఇటుకలుగా (building blocks) గా ఉంటాయి. ప్రోటీన్లలో అనేకం ఎంజైముల రూపములో ఉత్ప्रेరకాలుగా పనిచేస్తాయి. నిజానికి ఎంజైమ్ క్రియాశీలత(activity) లేకపోతే జీవితమే అసంభవమవుతుంది. సరళణువులలో ముఖ్యమైనవి మరీకొన్ని లిపిడులు; ప్రోటీనులలో బాటు కణాలలో ఉన్న పదార్థాన్ని బాహ్య పరిసరం నుంచి వేరుచేసే కణ కవచాలు (Cell envelopes) గా పనిచేసే కణపు పొరలు (Cell membranes) గా ఇవి ఏర్పడి ఉంటాయి. ఎడినైన్ (A), గువానీన్

(G), సైటోసిన్ (C), థైమిన్ (T), యూరిసిన్ (U), వంటి నైట్రోజనీయ పదార్థాలు న్యూక్లిక్ ద్రావకములలో ఉంటాయి. రిబో న్యూక్లిక్ యాసిడ్ (RNA) లో A, G, U, C ఉండగా, డై ఆక్సి రిబోన్యూక్లిక్ యాసిడ్ (DNA)లో A, G, T, C. ఉంటాయి. ప్రతిఒక్క సందర్భంలోనూ ఉండే ఈనాలుగు ప్రాతిపదిక (base)పదార్థాల అమరిక తాలూకు క్రమమే, కణాల లక్షణాలు నిశ్చితమైన జనెటిక్ కోడ్ (genetic code) అనబడుతుంది. ఈ పరిస్థితిని వర్ణమాలలోని వివిధాక్షరాల వలన నిర్దిష్టార్థాలతో రూపొందించే వాక్యాలతో పోల్చవచ్చు. అయితే చక్కడ మాత్రం అర్థవంతమైన ఈ వాక్యాలు రూపొందించటానికి నాలుగే నాలుగు అక్షరాలను ఉపయోగించడం జరుగుతుంది.

విటమిన్లు ఉత్ప्रेరక వద్దతిలో పనిచేసే చిన్న అణువులు. ఈ విటమిన్లు నిర్దిష్టంగా ఎంజైమ్ క్రియాశీలతను ఉత్తేజపరుస్తాయి. హార్మోనులు శరీర నిర్మాణ క్రియ (metabolism) ను అందే పెరుగుదల, శరీరాకృతి, నిర్మాణం, పునరుత్పాదన వంటి పనులను అదుపులో ఉంచుతాయి.

శరీర భాగాలైన ఎముక, నెత్తురులలోనూ, వివిధ ప్రోటీన్లలోనూ కనిపించే కాల్షియం, ఫాస్ఫరస్ (భాస్వరం), జింక్, ఐరన్ (ఇనుము), మెగ్నీషియం, మాంగనీసు, కాపర్ (రాగి), సల్ఫర్ (గంధకం) వంటి నిరింద్రియక మూలద్రవ్యాలు, కణాలన్నింటిలోనూ ఉంటాయి. ఎంజైము యొక్క క్రియాశీలతను ఉత్తేజపరచటానికి అనేకమైన లోహాలు అవసరమవుతాయి.

జీవం ఏర్పడటానికి కారణమైన విభాగాలలో, అన్నింటికంటే, ప్రధానమైన రెక్కకు వచ్చినవి- 'ఎంజైములు' అనే ప్రోటీను తటస్థ ద్రవ్యాలు. ప్రోటీన్లు, నిర్మాణాత్మక మూలకాలు (Structural elements) గా కూడా పనిచేస్తాయి. కణాలన్ని

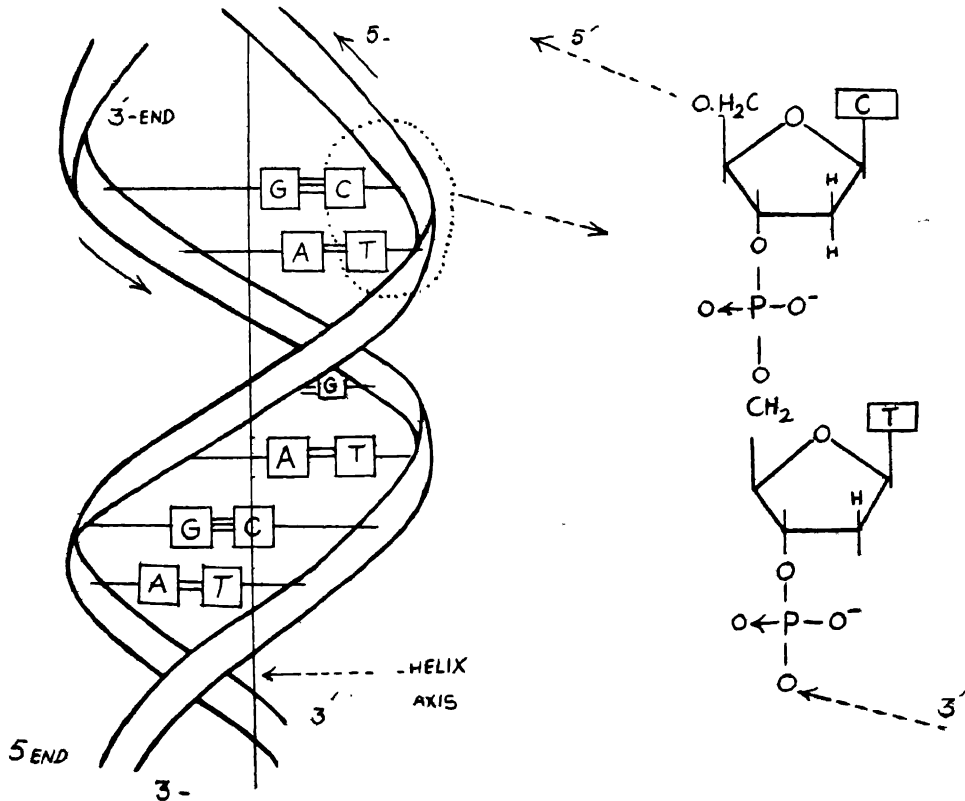
టికీ ప్రాతిపదిక మాత్రికగా ఉండేవి నిర్మాణాత్మక మూలకాలే (మొక్కల్లో సెల్సులోజ్ వంటి పాలీ థాకరైడ్లు ఇలాంటి పనిచేస్తాయి). అటువంటి ప్రొటీన్లే చర్మం, జుట్టు మొదలైన వాటికి ప్రధానమైన అంతర్భాగాలు. పనిచేయడానికి (లేదా ప్లాజెల్లా విషయంలో అయితే చలనానికి), కండరాన్నీ (లేదా, బాక్టీరియాలో ప్లాజెల్లాను) రూపొందించే సంకోచక ప్రొటీన్లు (Contractile Proteins) అవసరం. ఎంజైమ్లు, కణాలలో కొంచెం తక్కువ మొత్తంలో ఉంటాయి. వీటికి అధికరసాయనిక నిర్దిష్టత (High Chemical Specificity) ఉంటుంది. పెరుగుదల, మనుగడ అనే ప్రక్రియలు ఎంజైములమీద ఆధారపడి వుంటాయి. కణాలన్నీ తమ బాహ్య పరిసరంలో నుంచి రసాయనాలను తీసుకొని, వాటిని సరళతరమైన ఆవశ్యక సమ్మేళనాలు (Essential Compounds)గా పరివర్తనం చేస్తాయి. అప్పుడివి కణనిర్దిష్టమహాణువులను సంయోజన చేయడానికి ఉపయోగపడతాయి. ఆక్సికరణం (Oxidation) నుంచి, రసాయన బంధాల (Chemical bonds) చేదనం నుంచి ఉత్పన్నమైన శక్తిని పదిలపరచి యాంత్రిక కార్యాన్ని (mechanical work) కీ, అన్నిరకాల జీవసంయోజన (Biosynthesis) లకూ ఉపయోగించడం జరుగుతుంది. హేమోగ్లోబిన్ వంటి ప్రొటీన్లు సంయుక్త ప్రొటీన్లు (Conjugated Proteins) అనే వర్గంలోకి వస్తాయి. ఎర్రరక్తకణానికి ఆరంగు నిచ్చేది హేమోగ్లోబిన్. ఆక్సిజన్ల, కార్బన్ డయాక్సైడు రవాణాలకు కూడా అది అవసరం. అణువులో ముఖ్య వ్యావహారిక భాగమైన జనుమనకు సంసూచి (Chelate) యగు ట్రెటాపిరోల్ ఉత్పన్నమయినటువంటి 'హెమి'తో సంయుక్తత (Conjugate) చెందిన ప్రొటీన్ గ్లోబిన్ (M. W. 16,000) తాలూకు నాలుగు ఉపయూనిట్లు దాంట్లో ఉంటాయి. చాలా ఎంజైమ్లు విటమిన్ ఉత్పన్న

లతో కలిసి పనిచేస్తాయి; ఇలా పనిచేసేటప్పుడు ఆ ఉత్పన్నాలను కో-ఎంజైములు (Co-enzymes) అంటారు. ఈ కో-ఎంజైములు తటస్థచర్య (Catalysis) లో చురుకుగా పాల్గొంటాయి. ప్రొటీన్ అవసరమైన నిర్దిష్టతను సమకూర్చడానికి ఉపకరిస్తుంది. అలాగే అపోప్రోటీన్ సమ్మేళనము, ఉపకారకము (Cofactor) తో బాటు ప్రతిక్రియా చర్యగతి (Reaction Rate) లో అనేకరేట్లు పెరుగుదల ఏర్పడటానికి తోడ్పడుతుంది. ఉదాహరణకు రాగి - అయానులు. ఆస్కార్బిక్ యాసిడ్ (ఒకరకం విటమిన్) తాలూకు ఆక్సికరణాల్లో తటస్థ ద్రవ్యాలుగా ఉపకరించగలవు; కాని ఎన్జైమ్ (Enzyme) ప్రొటీన్ (Protein) ఆబ్స్కార్బిక్ యాసిడ్ (Ascorbic acid) ఆక్సిడేన్ లో ఉన్నప్పుడు మాత్రం, ప్రతిచర్య తాలూకు రేటు చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. జీవవంత కణాల్లో ఉండే ఎంజైములు, ఆశ్చర్యకరమైన అనేక ప్రతిచర్య (reaction) ల పరంపరను చాలా ల్వరితంగా తీసుకువస్తాయి. ఆ చర్యలు, తటస్థ అంతఃకణ పరిసరం (neutral intracellular environment), సుమారు 30° నుంచి 47° ఉష్ణోగ్రతలవంటి ఆశ్చర్యకరమైన సరళ పరిస్థితులలోనూ, తరచుగా ప్రతిచర్య కాల అల్పస్థాయి సమష్టిన అతి సాంద్రస్థితులలో ఉన్నప్పుడు కూడా సుఖవిస్తాయి. ఈ నిర్దిష్ట తటస్థాలు ఏర్పడటం వల్లనే జీవస్పృష్టి సార్థ్యమవుతున్నది. ఎంజైమ్ చర్యల రేట్లను ఈ కణాలు, ఎన్నోవిధాలుగా పటిష్టంగా నియంత్రిస్తాయి. కొన్ని ఎంజైములు, అవసరమైనప్పుడు ఉత్పన్నమవుతాయి. కొన్ని ఎంజైముల పనిని, వాటి ఉత్పత్తిలే అడుపుతో ఉంచుతాయి. అటువంటి ప్రక్రియలు (processes) కణాంగరచన (metabolism) అని సరాలకు అనుగుణంగా కణసంబంధమైన ఎంజైమ్ చర్యలను నిరంతరాయంగా క్రమబద్ధం చేస్తాయి.



కాబట్టి కణాల అత్యంతావశ్యక సామర్థ్యాలల్లో ఒకటి కణ నిర్దిష్ట ప్రోటీనులను తయారు చేయగల సామర్థ్యమే అన్న విషయం స్పష్టమవుతుంది. కణాలకు లభించిన సమాచారాన్ని బట్టి ఇది నిర్ధారణ అవుతుంది. అటువంటి జన్యు సంబంధ సమాచారము (Genetic Information) కణ సంబంధమైన DNA లో పరిలిఖితం (Encode) అవుతుంది. ఇంతకుపూర్వం చెప్పినట్లు, DNA అన్నది, బాగా పొడవైన పోలేమెరిక్ అణువు (M. W.  $10^9$  రేంజీలో ఉంటాయి); ఇందులో నాలుగు నైట్రోజన్ ప్రాతిపదికలు చేరి ఉంటాయి. మూడేసి

చొప్పున వుండే సమూహాలుగా ఉపయోగంలోకి వచ్చే. ఈ ప్రాతిపదిక (బేస్) అమడికలో, ప్రోటీన్లు ఏర్పడటానికి అనువైన రీతిగా నిర్దిష్ట పద్ధతుల్లో 18-20 ఎమినో యాసిడ్లతో కూడేందుకై కణాలకు సూచించడానికి. సమాచారం పరిలిఖితం అవుతుంది. దీన్ని అనుసరించి నాలుగు ప్రాతిపదికలను (bases) 64 వేరు వేరు పద్ధతుల్లో అమర్చవచ్చు. DNA లో నిర్దిష్టమైన ఒక స్థానంలో ఉన్న మూడు ప్రాతిపదిక సమ్మేళనాలలో ప్రతి ఒక్కదే, సంయోజనం అవుతున్న ఒకానొక ప్రోటీన్లో ఒక నిర్దిష్టస్థానంలో ఉన్న ఒకానొక ఎమినో యాసిడ్ను



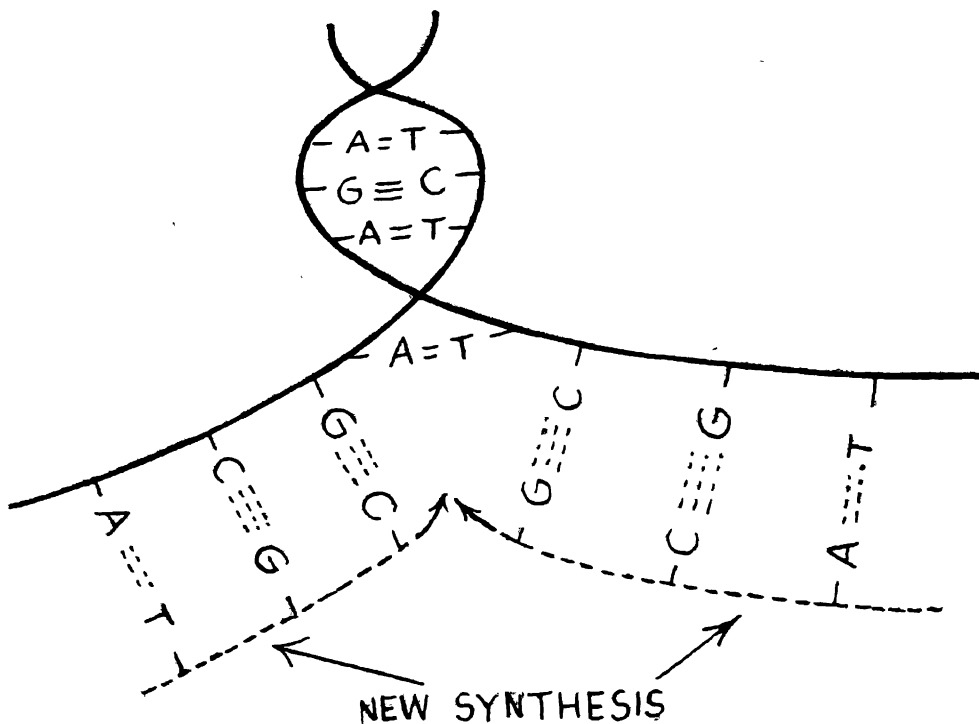
పటము 1.

నిశ్చేపించడానికి కణయంత్రానికి (cell machinery) సూచన ఇస్తుంది. ఈ ప్రక్రియలో సమాచారానికి వాహకంగా RNA ను కణాలు

ఉపయోగిస్తాయి. కణాల్లో కూడా “మెసెంజర్” RNA అనే ఒకరకం RNA వుంటుంది. [కణ (cell) సంబంధమైన DNA లోని లాయాకు ప్రతి

రై ఆక్సి రిబో న్యూక్లిక్ యాసిడ్ (DNA) అన్నది, జీవిస్తున్న కణాల అనువంశిక లక్షణాలను నిర్ధారణ చేసే జన్యు పదార్థం (genetic material). అనేక విషయముల్లో ఈ అణువు విలక్షణమైనది. మొదట ఈ అణువులలో సర్పిల రీతిలో ఒక దానితో ఒకటి పెనవేసుకొన్న రెండు గొలుసులుంటాయి. చూ. ఎదుటిపుటలో పటము: 1, ఆపటములో బయటవున్న, వెన్నెముకలవంటి వానిలో రై ఆక్సి రిబోస్ ఫాస్ఫేట్ యూనిట్లు ఒకదానితో ఒకటి లంకెపడి ఉంటాయి. అయితే వాటి దిశలు తారుమారయి ఉంటాయి [8'→5,' మరొకదాంట్లో 5'→8']; ఫ్యూరిన్ పెరిమెడిన్ ప్రాతిపదిక (A, G, C, T) లో ఒక

గొలుసులో ఉన్న A కు ఎదురుగా, మరో గొలుసులో ఉన్న T, ఆలాగే G కి C వచ్చేటట్లు అమర్చి ఉన్నాయి. ఈ A-T, G-C, జంటల మధ్య సహజం బలహీనం అయిన రసాయనిక పరస్పర చర్య (chemical interaction) ఒకటి ఉంది. రెండు పోగులను పెనవేసి ఉంచే ఆవశ్యక శక్తి (essential force) గా ఉండేది ఇదే. ఒకరకంగా ఈ పరస్పర చర్య ఊపం తాలూకు చాల ముఖ్యమైన మార్గదర్శక శక్తి (guiding force) లలో ఒకటి. ఇందుకు భిన్నంగా అనేక RNA మాలిక్యుల్ లలో రిబోజ్, ఫాస్ఫేడ్లు ఉన్న ఒంటి గొలుసు ఉంటుంది. ఇందులో A, G, U, C ఉంటాయి. విడివిడిన RNA మాలిక్యుల్ ఉండే సందర్భాలు కొన్ని లేకపోలేదు. కాని అటువంటి సందర్భాలలో, ప్రతిచర్యల జంటలు వరసగా A-U లకు G-C లకు మధ్య జరుగుతాయి.

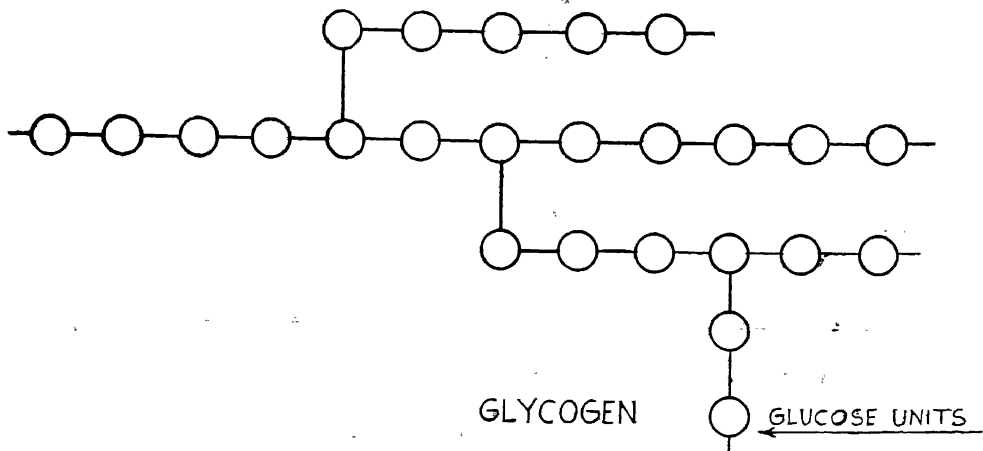


**ప్రతిమూ 2.**

DNA తాలూకు రెండు గొలుసుల్లో ఒకటి కణ క్రియాశీలత (cellular activity)ను అంతటినీ నిర్ణయించే సమాచారాన్ని లోపల ప్రతిబింబితం చేసుకొని ఉంటుంది. రెండోదాన్ని సంపూర్ణ రజ్జువు (complementary strand) అంటారు. మొత్తంమీద ఈ గొలుసులో ప్రాతిపదికలు (bases) యాదృచ్ఛిక గతిలో అమరినను, కణనిర్దిష్ట విన్యాసమును కలిగి యుండును. ఈ అనుక్రమపు (sequence) వరస యే జీవ సంకేతావలి (code of life); ఇది ప్రతి కణానికి, విలక్షణమైనది. ప్రతి కణంలోను వుండే మాలిక్యుల్ పరిమాణం, దాని అనుక్రమము పరిమితి అన్నవి చాలా నిర్దిష్టంగా స్థిరపడిన పరిమాత్రాలు (parameters). వీటిలో ఏ మార్పిడి వచ్చినా సుదీర్ఘమైన పరిణామాలు సంభవిస్తాయి.

జీవ ప్రసారణ (propagation of life) తాలూకు సరళతమమైన రీతి (mode) కి ఉదాహరణగా సూక్ష్మజీవ కణాల తొలుతటి కణాల (bacterial cells) ను చెప్పవచ్చు ఈ కణాలు తొలుతటి పరిమాణానికి రెట్టింపు పెరిగి, విడివడి అన్నివిధాల మాతృ కణాన్ని పోలిన రెండు పుత్రికా కణాలను ఏర్పరుస్తాయి. ఈ ద్వైగుణీకరణ ప్రక్రియలో DNA కూడా రెట్టింపు అవుతుంది. ఈ ప్రక్రియను ప్రతివలనము (Replication) అంటారు. జైవిక జన్యు సమాచార

మంతా యథాతథంగా నిలువఅయ్యేటట్లు ఈ ప్రక్రియ అతి సాతత్యముతో ఏర్పడాలి. ఈ సందర్భంలోనే DNA గొలుసులకు రెంటికి ప్రత్యేక ప్రాముఖ్యం ఏర్పడుతుంది. ప్రతివలనము మొదలయినప్పుడు ఈ రెండు గొలుసులు తాత్కాలికంగా తెరచుకొంటాయి. ప్రాతిపదికల సముచితోత్పన్నములు డైఆక్సినూక్లియోసైడ్ ఫాస్ఫేటులు ప్రతి గొలుసుకూ ఎదురుగా బాధుతీరి ఉంటాయి. DNA లో అనుస్థాపన (orientation) నిర్వహించే ఆకర్షక బలములు (attractive forces) అవే. నిర్దిష్టమైన ఎంజైము ప్రొటీన్ ఒకటి వాటితో కలుస్తుంది. ఈ విలక్షణ యంత్రాంగంవల్ల ప్రతి గొలుసునూ దాని పరిపూర్ణ రజ్జువుకు ఒక రకమైన రబ్బరు స్టాంపు మాదిరిగా పనిచేస్తుంది. ప్రతివలనము, అనుక్రమ ప్రకారము, ఒక కొననుంచి మరొక కొనకు కొనసాగుతుంది. మాలికపు DNA నత్వంలో ఏ విధమైన పొరపాటు లేకుండా, కణాలు యథామూలంగా ద్వైగుణీకరణ అయ్యేటట్లు ఈ యంత్రాంగం చేస్తుంది. DNA తాలూకు ఒకే జమిలిపురి మాలిక్యుల్ ఉన్న సూక్ష్మజీవకణాల్లో DNA యే పాక్షిక క్రోమోజోమ్ అయిఉంటుంది. ఇంతకంటే సంక్లిష్టమైన జీవుల్లో వేరు వేరు రకాల క్రోమోజోమ్లు చాలా వుంటాయి. క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య కూడా



సురక్షితం కావడానికి ప్రతి ఒక్కటి అదే ప్రక్రియలో ప్రతివలితము (replicate) కావలసి వుంటుంది.

### కార్బో హైడ్రేట్లు :

ఇదివరకు మనం, ప్రోటీన్లు ఎంజైములుగా పని చేస్తాయని న్యూక్లికావుములు వారసత్వ లక్షణాలకు వాహకాలుగా ఉపకరిస్తాయనీ, ఈ మాలిక్యులులు ఎంజైమ్ల కణ సంయోజనమును సంచాలితము చేస్తాయనీ గ్రహించాము. ఇందుకు భిన్నంగా ఉండు నవి పాలిశాకరైడులు [చక్కెర తాలూకు పాలిమోర్లు]. ఇవి జీవకూటములకు నిర్మాణాత్మకమైన ఆధారాలుగాగాని, శక్తి నిక్షేపాలుగాగాని, తోడ్పడగలవు. (కొయ్యకు ప్రాతిపదిక పదార్థము సెల్యూలోజ్; కొన్ని బాక్టీరియంలకు పాలిశాకరైడ్లలో ఏర్పడిన కణకుడ్యాలు (Cell walls) కూడా వుంటాయి). మొక్కకు పోలిశాకరైడ్ అయిన స్టార్చ్ (Starch) ఒక రూపంలో రేఖాశృంఖల (Linear chain) గాను, మరో దాంట్లో శాఖీకృత (branched) మాలిక్యుల్ గాను అంతే పడి వునరావుతమలగు గ్లూకోజ్ యూనిట్లను కలిగిఉంటుంది. మాలిక్యుల్ చాలవరకు శాఖీకృతమయిన తరవాత, జంతువులకు పాలిశాకరైడ్ నిలువగా ఉపకరించే గ్లైకోజన్ (glycogen) ఏర్పడుతుంది. కణాల్లోని నిర్దిష్టమైన ఎంజైమ్లు వీటిని విడివిడి (constituent) గ్లూకోజ్ యూనిట్లుగా విడగొడతాయి. తరువాత ఇవి ప్రతి చర్యా నిర్దిష్ట శ్రేణి (complex series of reaction) గా ఆక్సికరణంచెంది కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ గా మారతాయి. ఆక్సికరణను, శక్తిని సమకూర్చటానికి ఇంధనం (fuel) మండటంతో పోల్చవచ్చు. అయితే ఇక్కడి ఇంధనం చక్కెర ఉత్పన్నం; ఎంజైములతో కూడినది ప్రక్రియ; ఈ ప్రక్రియ మానవ నిర్మిత యంత్రాలకన్న ఎక్కువ సమర్థ

వంతము. మొక్కలు, కొన్ని బాక్టీరియంలు, ఆల్గే (algae) అన్నవి అటువంటి పోలిశాకరైడ్లను సంయోజింపగల శక్తి కలిగిన ప్రముఖ జీవరూపాలు; తక్కిన జీవరూపాల ఉనికి వీని పైననే ఆధారపడి ఉన్నది. (చూ. పటము 8).

### లిపిడ్లు (Lipids)

సమ్మేళనాల (Compounds)లో మరొకముఖ్యమైన వర్గం లిపిడ్లు. సరళతరములగు లిపిడ్లలో రెండుకాని, అంతకంటే, ఎక్కువకాని. క్రొవ్వు ఆమ్లాలు (fatty acids). గ్లిసరాల్ (Glycerol) ఉంటాయి. ఈ క్రొవ్వు ఆమ్లాలు, ఆమ్ల చర్య (Acidic function) కలిగి సాధారణంగా పొడుగు గొలుసులతో కూడిన సమ్మేళనాలు; స్థిలలో తరచుగా కరిగనివి. ఇతర రకాల లిపిడ్లలో కోలీన్ లేదా స్పింజోసీన్ వంటి నత్రజనిక సమ్మేళనాలలో గ్లిసరాల్ ఉంటుంది. ఈ పొడుగు గొలుసులుగా ఉన్న క్రొవ్వు ఆమ్లములలోని మౌలికధర్మాలలో ఒకటి ఏమిటంటే, అవి జలనిరోధములుగా ఉండుట; అంతేకాకుండా, గొలుసుపొడుగుయిన కొద్దీ స్థిలలో తక్కువగా కరిగి క్రొవ్వు ఆమ్లము రూపొందుతుంది. లిపిడ్ల ముఖ్య వ్యాపారములలో ఒకటి ఏమిటంటే, ఫాస్ఫేటులు కలిగియున్న ఫాస్ఫోలిపిడ్లు అనబడే లిపిడ్లు; ప్రోటీన్ తోబాటు కణపు పొరల లిప్రోప్రోటీన్ నిర్మాణాలుగా రూపొందుతాయి. అటువంటి నిర్మాణాలకు నిర్దిష్టమైన జ్యామితీయపు అమరిక ఉండటమే కాక, లిపిడ్లకూ ప్రొటీన్లకూ ఉండే ప్రాదేశికపు కుదిరికలు (Spatial -orientations) సాధారణంగా సార్వత్రికములు అయి వుంటాయి. పొరయొక్క నిర్మాణముల సంక్లిష్ట వ్యవస్థ అంతటా, సమ్మేళనముల చలనరీతి (migration pattern) ని నియంత్రించే చిద్రములు ఉంటాయి. కణాలకు అవసరమైన (నిశ్చితమైన) అణువులను కొన్నింటిని లోపలికి రానివ్వడం, కొన్నింటిని కణంలోనుంచి బయటకి పోనివ్వకుండా

నిరోధించడం జరుగుతుంది. అర్ధాధివేద్యత (Semi-permeability) అని చెప్పే ఈ వరణత (Selectivity) జీవానికి అత్యవశ్యకమైనది. అయితే పైన చెప్పిన సంవిధానము నిజానికి సంక్లిష్ట నిర్మాణాలను అతి సరళీకృతం కావించి చెప్పినట్లే. ఈ నిర్మాణాల్లో కొలెస్టెరాల్, కొన్ని సందర్భాల్లో మ్యూకోపాలే శాకరైడులు, మైలేన్ కోళములలో ఉండే సెరిట్రోనైడులు, స్పింగోమయి లినులు (Sphingomyelins) మొదలగునవి ముఖ్యముగా ఉంటాయి.

రోమంథినుల (Ruminants) వంటి కొన్ని జీవుల్లో క్రోవ్యాప్లుములు కూడా ముఖ్యమైన శక్తి ఉత్పత్తి స్థానాలుగా పనిచేస్తాయి. చాలా కణాలు, రోమంథినుల యంతగా కాకపోయినా క్రోవ్యాప్లుములను ఆక్సీకరిస్తాయి.

**విటమిన్లు :-**

'విటమిన్లు' అనగా జీవసత్వములు అని అర్థము. తొలుత వీనిని జీవితానికి ముఖ్యమైనవిగా భావించడం చేత విటమిన్లు అనుపేరు వీనికి కల్గినది. వీటిలో కొన్ని నీటిలో కరిగేవి, కొన్ని లిపిడ్లలో కరిగేవి. ఇవి కణాత్మక రూపరచన (cellular metabolism)లో చాలా అవశ్యకమైన పనులు చేస్తాయి. ధయామిన్ (విటమిన్  $B_1$ ), రిబో ఫ్లావిన్ ( $B_2$ ), నికోటానిక్ ఆమ్లమువంటివి విటమిన్లు ఉత్పన్నములు వివిధ సమ్మేళనములను ఆక్సీకరణం కావించే ఎంజైములకు (కో-ఎంజైములుగా) ముఖ్యమైనవి ఫోలిక్ ఆసిడ్, విటమిన్  $B_{12}$  వంటివి విటమిన్లు హేమోగ్లోబిన్ రూపంలో ఐరన్ ఉండే ఎర్రరక్తకణాలు ఏర్పడటానికి అవసరమైనవి. విటమిన్ A కళ్ళలో ఉంటుంది; చూపునకిది చాలా అవశ్యకమైనది.

విటమిన్ లేకపోవడంవల్ల కొన్నిరకాల ప్రక్రియలు అస్తవ్యస్తం కావచ్చు. ఈలోపం ఎక్కువగాను దీర్ఘకాలికంగాను ఉండే యావత్త జీవకూటము

(organism) పూర్తిగా దెబ్బతినవచ్చు. పెరుగుదల తగ్గడం చివరకు మరణం కూడా కలగవచ్చు. ఉన్నతశ్రేణి ప్రాణుల (Higher organisms) లో చాలా విటమిన్లు సంశ్లేషణం కాకపోవడంవల్ల ఆహారంలోనే వాటిని సరఫరా చేయవలసి వస్తున్నది.

**కర్పనేతర అనగా లోహాది మూలకాలు :-**

ప్రాణికి చాలా లోహాది మూలకాలు అవసరం. కాల్షియంవంటి లోహాలు - కొంచెం మెగ్నీషియం కూడా - ఎముకల తయారీలో ఉన్నాయి. ఇవి జంతువులలో తగినంతగా కనిపిస్తాయి. మనిషిలోని మరో ముఖ్యమూలకం ఇనుము. ఇది హేమోగ్లోబిన్ లో ఒక భాగం. ఎంజైమలలోని ఈ భాగం హిపొక్రిట్రలనుండి ఆక్సిజనును జీవకణాల (Tissues) కు అందజేయడానికి, అక్కడినుంచి కార్బన్ డయాక్సైడును తొలగించి నిశ్వాసం ద్వారా విసర్జించడానికి ఉపయోగిస్తుంది. జింకు, మాంగనీసు, మాలిబ్డినమ్, రాగి వంటి ఇతర మూలకాలు ఎంజైములను ఉత్తేజపరుస్తాయి. అయితే అవి చాలా స్వల్పంగా మాత్రమే కావలసియున్నా, జీవకణాల చైతన్యానికి అవి చాలా అవసరం. థయరాయిడ్ హార్మోన్ లో అయోడిన్ ఒక ముఖ్యభాగము.

**హార్మోనులు :**

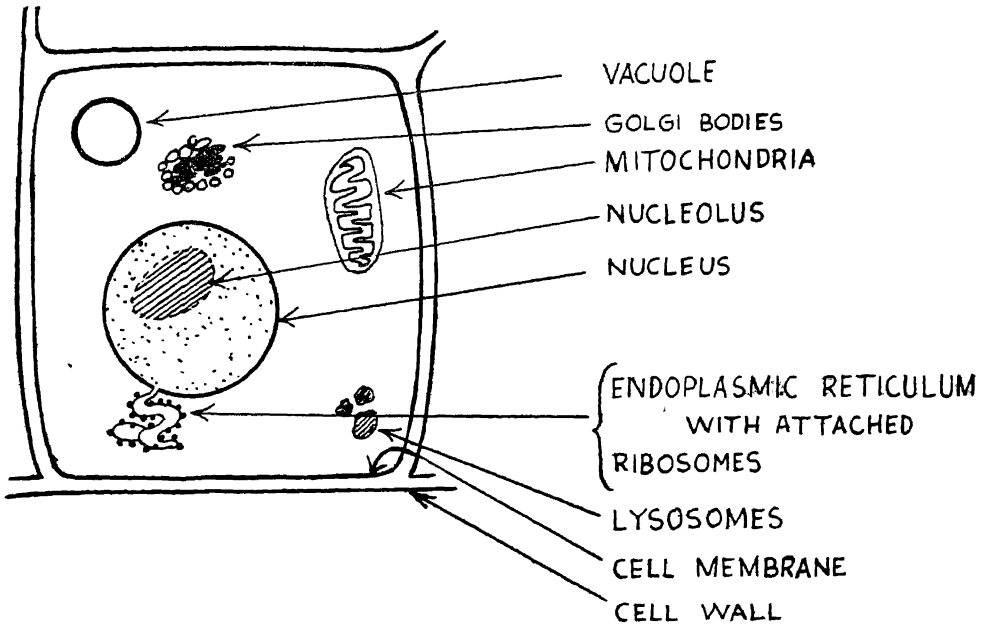
జీవకణం విస్తృతీకరణంచేసే ఒక ప్రత్యేక రసాయన పదార్థానికి హార్మోన్ అనిపేరు. హార్మోన్లను విస్తృతీకరించే ప్రత్యేక అవయవాల (organs) ను విశాళగ్రంథులు అంటారు. హార్మోనులు ఇతర అవయవాల మీదగానీ దీనివ్యాపారాల మీద హార్మోనులప్రభావం బాగావుంటుంది. పెరుగుదల, వై విద్యము, పునరుత్పత్తి, సాడిమండలం, కండర మండలం, గ్రంథులు మొదలైనవాని జీవవ్యాపారాల మీద హార్మోనులప్రభావం బాగావుంటుంది. జీవప్రక్రియల రూపరచన (Metabolic processes) లరేట్లను

హోమ్స్టోనులు మెరుగుపరుస్తాయి. రక్తపుపోటులో అత్యధికమైన మార్పును కొన్ని మైక్రోక్రోముల అడ్రినలీన్ తీసుకురాగలుగుతుంది. తోక కప్పను పెద్దకప్పగా మార్చడానికి స్వల్పంగా థైరాక్సిన్ చాలు. హోమ్స్టోనులు ఒక విధమైన రసాయనిక వాహకాలు. అవి లిక్వైడయవాలమీద ఉచ్చతమ, నిర్దిష్టతాస్థాయిని చూపుతాయి. హోమ్స్టోనులకు ఆయా అవయవాలమీద ప్రభావం వుంటుంది. మొక్కలలో పెరుగుదలను ఎక్కువచేసే హోమ్స్టోనులూ, లార్వా దశనుండి పరిపూర్ణమైన కీటకం ఏర్పడటాన్ని త్వరితంచేసే హోమ్స్టోనులు కూడా ఉన్నాయి.

### జీవకణపు మౌలిక నిర్మాణం

జీవకణాలలోనూ, అవయవాలలోనూ కణాలు (Cells) ఉన్నాయి, చాలా కణాలకు బయట ఒక పొర ఉంటుంది. అది కణంలోని అన్ని భాగాల్ని ఆవరించి ఉంటుంది. అంతేకాకుండా కణాన్ని పరిసరాల నుంచి అది వేరుపరుస్తుంది. మొక్కలలోనూ, జాక్వీరియాలలోనూ మరొక దృఢమైన కణకవచం ఈ పొర పైన వుంటుంది. కణంలో ఉన్నదంతా ద్రవపదార్థమే. అందులో రకరకాల పదార్థాలు కరిగి ఉంటాయి. కణంలో ఉండే ముఖ్యభాగాలు ఇవి :-

1. కేంద్రకం (న్యూక్లియస్) : ఇందులో క్రోమోజోములతో కూడిన DNA వుంటుంది.



పటము. 4-జీవకణము నందలి భాగాములు.

ప్రాణికూటము (organism) యొక్క అనువంశిక ప్రత్యేకతకు ఇదేకారణం.

2. న్యూక్లియోన్ : RNA ను సమృద్ధిగా కలిగివున్న ఈ సూక్ష్మభాగం కేంద్రకాలలో ఉంటుంది.

(18)

3. మైటోకాండ్రీయా : ఇది కణ్ణి ఆకారంలో ఉండి రెండుపొరలు కలిగిఉంటుంది. కణం పని చేయడానికి అవసరమైన శక్తిని ఉత్పత్తి చేయడానికి ఇది ఉపయోగిస్తుంది.

4. ఎంథాల్పాన్థీక్ రెటోప్యలం (E. R) : ఇది కేంద్రపు పౌరలో ఏర్పడే ఉంటుంది. దీని వద్దనే ప్రోటీనులు సంయోజితాలు అవుతూఉంటాయి.

5. లై సోసోమ్ లు : నిద్రాణములై బంగీలుగా ఉండే ఎంజైమ్లను లై సోసోమ్లు అంటారు. అవి కణం సజీవంగా ఉన్నంతకాలం అట్లేఉండి, అది చనిపోగా దాన్ని జీర్ణంచేసుకొని నశింప చేస్తాయి.

6. గోల్గీలు : ప్రోటీనులు ఇక్కడ జేరి, చిక్కబడి (Concentrate) దట్టమవుతాయి.

ఈ విషయమైన క్రమంలో మార్పులు రకరకాల ఇతర కణాలలో కనిపిస్తాయి. మొక్కల కణాలలో ఒక ప్రత్యేకత ఉంది. అవి సౌరశక్తిని వినియోగించి, చక్కెరలు సంయోజన పరుస్తాయి. మొక్కల కణాలలో క్లోరోప్లాస్టులు అనే ప్రత్యేక నిర్మాణాలు కొన్ని ఉన్నాయి. క్లోరో ప్లా స్ట్ లలో ఆకు పచ్చని క్లోరోఫిల్ ఉంది. అది కిరణజన్య సంయోగ క్రియను జరుపుతుంది. అటువంటి ఏర్పాట్ల వలన కణాంతర స్థలాలలో వేరు వేరు పనులు జరగడం సాధ్యమవుతుంది.

చయాపచయత (మెటబాలిజం);

కణోర్థావాదము (సెల్యూలర్ ఎనర్జెటిక్స్) :-

అన్ని కణవ్యాపారాలు పనివల్ల జరుగుతాయి. పనికి శక్తి కావాలి. కణాలు ఆక్సీకరణం చెందడం వల్ల శక్తి లభిస్తోంది. మనం గాలిని పీల్చుకొని కార్బన్ డయాక్సైడ్ను విడిచిపెనుతాము. మనం వీల్చేది గాలి, కణాల ఆక్సీకరణానికి అవసరమైన ఆక్సిజన్ను ఇస్తుంది; శరీరంలో తయారయిన కార్బన్ డయాక్సైడ్ విసర్జనము అవుతుంది. అటు వంటి దహనక్రియ (Combustion)లో జనించిన ఉష్ణంలో కొంత అయినా నిలువ ఉంటుంది. ఎంజైముల నిర్దిష్ట ఉత్ప्रेరక చర్యలవల్ల రసాయన బంధాలు తెగి, కణాల కవసరమైన శక్తి జనిస్తుంది.

ఆక్సీకరణంలో వెలువడ్డ శక్తిలో కనీసం కొంత భాగమైనా భవిష్యత్తులో అడినోసిన్ ట్రై ఫాస్ఫేట్ (ATP) గా ఉపయోగించేందుకుగాను నిల్వ ఉంటుంది. మిణుగురు పురుగు ఇచ్చే కాంతి, ఈల్ చేప తన ఎరకు ఇచ్చే విద్యుదాఘాతం (Electric shock), కండరం ముడిచినపుడు జరిగే యాంత్రిక మైన పని, కణంలో జరిగే అన్నిరకాల సంయోజన క్రియారూపాలే- ఇది అన్నీ ATPవల్లనే జరుగుతున్నాయి. అందువల్ల అన్ని కణసంబంధ ఆక్సీకరణాలు ATP ఉత్పత్తి కోసమే పనిచేస్తాయనడంలో ఆశ్చర్యం లేదు. అయితే ఈవిధంగా పనిచేసే సమ్మేళనం ATP ఒక్కటే కాదు. కోఎంజైమ్ A- అంటే పాంటోథెనిక్ ఆమ్లం అనే వైటమిన్ ఉత్పన్నం-కూడా ఇటువంటి ప్రక్రియ ప్రకారమే ఇతర రసాయనాలనుకూడా చైతన్యవంతం చేస్తుంది.

అందువల్ల కణాలు ATP ని ఉత్పత్తి చేయవలసిన అవసరం ఉంది. శక్తినిచ్చే ముఖ్యరసాయనాలు కార్బోహైడ్రేట్లు. కొన్నికొన్ని కణాలలో క్రోవ్యామ్లాలు కూడ ముఖ్యమైనవి. ఆరు కర్చన పరమాణువులు కల్గిన గ్లూకోజ్తో ప్రారంభించి, అన్ని కర్చన పరమాణువులు చివరకు కార్బన్ డయాక్సైడ్గా ఆక్సీకరణం చెందుతున్నాయి. ఈ ప్రక్రియలో లభించే మొత్తం శక్తిలోని సుమారు 40% భాగం ATP రూపంగా మారుతుంది. ఆక్సీకరణ ప్రక్రియ దశలవారీగా జరుగుతుంది. గ్లూకోజ్ బంధం మొదట 2,3, కార్బినకణ సమ్మేళనాలుగానూ, ఆ తర్వాత కార్బన్ డయాక్సైడుగానూ, ఆ తరువాత ఆసిడేట్ అను రెండు కార్బనకణముల సమ్మేళనంగాను విడిపోతుంది. ప్రతి ఆసిడేట్ కణము, క్లిష్టరసాయన చర్యలద్వారా రెండు కార్బన్ డయాక్సైడ్ అణువులుగా మారుతుంది. ప్రారంభంలో జరిగే విఘటనం (Breakdown) మైటోకాండ్రీయాలోనే జరుగుతుంది. అయితే పైరువేట్ అనే మూడు కార్బన కణముల

సమ్మేళనం మైటోకాండ్రీయా బయట జరుగుతుంది. క్రోవ్యూఆమ్లాలు దశలవారీగా విడుదలం చెందుతాయి. రెండు కర్పన పరమాణువులు జంట ప్రతిచర్య (Coupled Reaction)లో వెలువడుతాయి. అవి తిరిగి అసిటేట్ గా ఏర్పడి ఇంతకుముందు చెప్పినట్లు ఆక్సికరణం చెందుతాయి.

కణసంబంధచర్య (Cellular work)తోగానీ, సంయోజనానికిగానీ ఉండే అవసరాన్నిబట్టి అనుగుణ మగు రీతిలో ఆక్సికరణ ప్రక్రియ జరుగుతూ ఉండటం ఇందలి ఒక విశేషం. అందువల్ల ATP మితిమీరి ఉత్పత్తి కావడంగానీ, సృథాఆక్సికరణం గానీ జరగదు.

**ప్రోటీన్ సంయోజనం :-**

కణరూప DNA (cellular DNA)లో ఉండే సమాచారమీద ఆధారపడి ప్రోటీన్ సంశ్లేషణం జరుగుతూ ఉంటుందని మనం ఇంతకుముందు తెలుసుకున్నాం. ఈ సమాచారాన్ని మొదట వార్తా హరRNA(messengerRNA)గ్రహించి ప్రోటీన్ లను తయారు చేయమని కణ రిబోసోమ్ లను ఆజ్ఞా పిస్తుంది. దీనికితోడు “బదిలీ RNA” (Transfer RNA) అనే మరొకటి అవసరమైంది. బదిలీ RNA కణాలనేవి కొన్ని ప్రత్యేక కణాలు. ప్రోటీన్ సంయోజనానికి అవసరమైన 20 అమినో ఆమ్లాలు విడివిడిగా అట్టి ఆణువులకు కావలసి వుంటుంది. తన విర్దిష్ట అమినో ఆమ్లాన్ని రిబో సోమ్స్ కి అందజేయడమే, బదిలీ RNA పని. రిబోసోమ్స్ లో ప్రోటీన్ సంయోజనం జరుగుతుంది కదా; వాహక RNA లో (లోగడచెప్పినరీతిగా) కొన్ని ప్రాతిపదికల (Bases)సంకేతాలు (Code) ఇమిడి ఉన్నాయి. ఒక ప్రత్యేక స్థానంలో మూడు

ప్రత్యేక ప్రాతిపదికలు (bases) ప్రతిబదిలీ RNAకి ఉంటాయి.

మూడు ప్రత్యేక ప్రాతిపదికలు, mRNA లో ఉన్నప్పుడు వానిని కోడానులనీ, t RNA లో ఉన్నప్పుడు యాంటీకోడానులనీ అనబడతాయి. A—T, G—C లు జతలుగా ఏర్పడే ధర్మానికి అనుగుణంగా అవి ఏర్పడతాయి. అట్లు ఉచిత స్థానాలలో ఏర్పడటంవల్ల అమినో ఆమ్లాలు సరియైన క్రమంలోకిస్తాయి; తగిన ఎంజైము (enzyme) అమినో ఆమ్లాన్ని జేర్చి ప్రోటీన్ శృంఖలాంశు ఏర్పరుస్తుంది.

ఈ ప్రక్రియ యావత్తు జన్యు (Genes) నియంత్రణానికి లోబడి ఉంటుంది. DNA లో ప్రాతిపదికల (bases) ఏర్పాటు మీద ఆధారపడి అమినో ఆమ్లాల క్రమం ఉంటుంది; కనుక DNA లోని ప్రతి మార్పు మాంసకృత్తులలోని అమినో ఆమ్లాల ఏర్పాటులో ప్రతిబింబిస్తుంది. మాంసకృత్తులలోని అమినో ఆమ్లాల అమరికమీద, వాటి వ్యాపారం (function) సంపూర్ణంగా ఆధారపడి వుంటుంది; కనుక, DNA లో మార్పువల్ల మాంసకృత్తులు అసలు ఏర్పడక పోవడంగానీ, వేరు విధంగా పని చేయగలిగే మాంసకృత్తులు ఏర్పడటంగానీ జరుగుతుంది. అయినా DNA నిర్మాణంతో ఇటువంటి మార్పులు (mutation) అంతటంతట జరుగుతూ ఉంటాయి. అప్పుడు దాని ఉత్పరివర్తనం జరిగిందన్నమాట. అతి నీలలోహిత కిరణాలు, విశ్వకిరణాలు, పరమాణురశ్మి, రసాయనాలు - మొదలైన వాటివల్ల ఉత్పరివర్తన జరుగుతుంది. ఒకప్పుడు DNA లో మార్పులను కణాలు (cells) సరిచేయగలవు. అట్లు జరగకపోతే, కణవ్యాపారం దెబ్బతింటుంది; అంకురణక్రి అంతరిస్తుంది. పరి



జామం ద్వారా మనుగడ సాగడానికి ఉత్పరివర్తన ఒక ముఖ్యమైన సాధనం. ప్రాణులలో ప్రత్యేక మాంసకృత్తులు సంయోజనం కావడానికి ఉండే శక్మతలకు హెచ్చుతగ్గులు వుంటాయి. ఎక్స్ కర్షియా కోలీ (E. Coli) అనే బాక్టీరియం సామాన్యంగా గ్లూకోజ్ లో పెరుగుతుంది; కాని లాక్టోజులో పెరగదు. ఒకవేళ అది అకస్మాత్తుగా గ్లూకోజ్ లో బదులు పూర్తిగా లాక్టోజు (షీర శర్కర)లో పడితే ఆకానికీ రెండే రెండు మార్గాలు ఉన్నాయి. లాక్టోజును ఉపయోగించుకొనే సామర్థ్యాన్ని పెంపొందించుకోవడమైన జరగాలి. లేకపోతే పెరగడం మానేసి నశించి పోవడమైనా జరగాలి. అటువంటి విపరీత పరిస్థితులలో ఆ బాక్టీరియం కొత్త ఎంజైములు కొన్నింటిని విస్తృతీకరణం చేస్తుంది; అయితే మామూలు పరిస్థితులలో దానిలో ఆ ఎంజైములు ఉండవు; కాని లాక్టోజులో దాని అభివృద్ధికి అవి తోడ్పడుతాయి. ఈ ఎంజైములు తయారుచేసే సమాచారం కణరూప DNA లో గుప్తంగా ఉందనీ, లాక్టోజులో అభివృద్ధి చెందవలసిన తరుణంలోనే ప్రస్ఫుటమవుతుందనీ తెలుస్తుంది. కాని E. కోలీ యొక్క మామూలు అభివృద్ధి, గ్లూకోజును ఉపయోగించుకొనడం ద్వారా జరుగుతుంది. కనుక ఆ బాక్టీరియం తిరిగి గ్లూకోజ్ లో పడితే లాక్టోజును ఉపయోగించు కొనే ఎంజైములను తయారుచేయడం మానివేస్తుంది. ఆ విధంగా కణరూప మాంసకృత్తు సంయోజనాన్ని జరపడం గానీ, అపడంగానీ పరిసరాలలోని రసాయన సంకేతాలతో చేయవచ్చు. ఈసామర్థ్యం వేరే రూపాలుగా కూడా ఉంటుంది. అవసరమైన ఒక సమ్మేళనం సమృద్ధిగా, అవసరాన్ని మించికూడా, లభిస్తున్నట్లైతే, ఆ సమ్మేళనాన్ని సాధారణంగా తయారుచేసే ఎంజైము చర్యను ఈసామర్థ్యం నిరోధిస్తుంది. ఆ సమ్మేళనమే

ఆ విధంగా ఎంజైమును నియంత్రించు చేస్తుంది. సంయోజనాన్ని కానీ, ఎంజైముల చర్యనుగానీ ఆ విధంగా నియంత్రించు చేసే కణాలు (cells) తమ జీవన యంత్రాంగా (Metabolic Mechanism) న్ని, అదిపనిచేసే రేటునూ క్రమబద్ధం చేస్తాయి.

### ఉన్నతజీవుల ప్రత్యేకతలు :-

అన్నిరూపాల జీవరాసులలోని అన్నికణాలలోనూ చర్యలు వైన చెప్పిన తీరుగానే ఉంటాయి. కాని భూమిమీద బాక్టీరియావంటి ఏకకణ జీవులలో ప్రారంభించి, అత్యధికంగా అభివృద్ధి చెందిన మనిషి వరకు ప్రాణికోటి పరిణామంపొందే ప్రక్రియలో క్లిష్టత (complexity) క్రమక్రమంగా పెరుగుతూ వచ్చింది. ఉత్తమ పరిణతికి మానవుని ఉదాహరణగా తీసుకుంటే, ఈ జీవిలో-మెదడు, గుండె, కాలేయం, మూత్రపిండం, పొట్ట, ప్రేగులు, వంటి-ప్రత్యేక అంగాలు కనిపిస్తాయి. అవి చేసేపనులు ప్రత్యేకరీతులలో ఉన్నా, అవి అన్నీ ఏకోన్మృఖంగానే వ్యవహరిస్తాయి. మెదడుచేసే పనిని గుఱించి ఇంతవరకు ఏదీ సంపూర్తిగా తెలియదు. తెలివితేటలకు మూలమైన జ్ఞాపకశక్తికి జీవరసాయనికమైన ఆధారం ఎటువంటిది అనేది ఇంతవరకు అర్థంకాని జటిల సమస్యగా ఉంది. మెదడులోని ఘటికాల రసాయన మార్పుల ద్వారా బహుళ జ్ఞాపకశక్తి, సంకేతాలుగా అందు ప్రతిబింబిస్తే ఉండవచ్చు.

ఉన్నతశ్రేణి ప్రాణుల క్రోమోజోమలలో ఉన్న DNA లో చాలా సమాచారంఉందనీ, అందులో కొంతభాగం మాత్రమే ప్రతి అవయవంలోనూ ప్రస్ఫుటం అవుతోందనీ ప్రస్తుత అభిప్రాయము. మిగిలిన అనిర్దిష్ట సమాచారం ఆ అవయవంలో గుప్తంగా నిద్రాణంగా ఉంటుంది. క్రోమోజోమం DNAలో ఉన్న సమాచారంతో కొంత నిర్దిష్టభాగం మాత్రమే ప్రస్ఫుటమయ్యే నియంత్రణ విధానం ఇప్పటికీ కొంతమాత్రమే అర్థమైంది.

వైవిధ్యంలో ఏకత్వాన్ని చూపే కణాల బహు విధ క్లిష్ట వ్యాసక్తుల కీలకాన్ని అర్థం చేసుకోవడానికి, వాటిని నియంత్రించు చేస్తున్న యంత్రాంగాల్ని తెలుసుకోవడానికి, జీవశాస్త్రవేత్తలు ప్రస్తుతం కృషి చేస్తున్నారు. భిన్నరకాల కణాల్ని మేళవించి, ఇంతకుముందు మనిషికి తెలియని కొత్త కణాల్ని తయారు చేయడం, ఇప్పుడు సాధ్యమైంది. తత్ఫలితంగా కొన్ని సూక్ష్మజీవులు, మొక్కలు, తయారయ్యాయి. వాటి వంశానుక్రమాన్ని నియంత్రించు చేయడం మనిషికి సాధ్యమవుతున్నది. ఈ సామర్థ్యాన్ని కొంచెం మెరుగుపరచి బాగా వృద్ధి చేయగలిగితే కనుచూపు కాలంలోనే కొంగ్రొత్త జీవాలు తయారు అవుతాయి. అయితే అవి పూర్తిగా మానవ నిర్మితాలుగా ఉంటాయి ; అవి మానవుని మనుగడకే ముప్పు తేగలగవచ్చుకూడా. శాస్త్రజ్ఞులు

అటువంటి పరిశోధనలపై తమకుతాముగా నిగ్రహాన్ని (నిషేధాన్ని) ఏర్పరచుకుంటున్నారు. అయితే జన్యువుల (Genes) లోపంపున్న వారికి జన్యువులను సరఫరా చేయడంవంటి కొత్తకొత్త జనెటిక్ ఇంజనీరింగ్ (Genetic Engineering) ల పల్ల ప్రజారోగ్యానికి ఎక్కువ ప్రయోజనం ఉంటుంది.

మూలం :- డా: కె. శివరామశాస్త్రి

డా: జె. నిర్మల

అనువాదం :

డి. వి. ఆర్ భాస్కరశాస్త్రి.

పోరంకి దక్షిణామూర్తి.

## 62. పారిశ్రామిక, ప్రజారోగ్య, వ్యవసాయరంగాలలో జీవరసాయనశాస్త్రపు వినియోగము

జీవులలో ప్రాణాధారమైన రసాయన పదార్థములను గురించి, వాటిమధ్య జరిగే రసాయన చర్యలను గురించి, జీవరసాయనశాస్త్రము తెలుపుతుంది. మనం తినే ఆహారము శరీరములో యెన్నో రసాయన మార్పులుచెంది మనకు అవసరమైన శక్తినిస్తుంది. శరీరములో జరిగే, ఈ రసాయన చర్యలన్నీ సుమారు 37°C వద్ద జరుగుతాయి. ఇవే రసాయన చర్యలు ప్రయోగశాలలో జరపాలంటే ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత అవసరము. జంతువులవలెకాక వృక్షములు స్వయంపోషకములు. ఇవి నీరు, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ నుపయోగించుకొని సూర్య శక్తిద్వారా తమకవసరమగు ఆహారమును, గ్లూకోజ్ ను తయారు చేసుకొనును. ఈక్రియను ఫోటో

సింథసిస్ (Photo Synthesis) అని అందురు. జీవమునకు ఆధారమైన యిటువంటి క్రియలన్నీ పైనుదహరించిన ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఏలాటి ఆటంకము లేక జరుగుతుంటాయి ఫోటో సింథసిస్ లో మాదిరిగా నీరు, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ నుపయోగించి ప్రయోగశాలలో గ్లూకోజ్ ను తయారు చేయటం చాలా కష్టమైనపని. ప్రాణాధారమగు ఈ రసాయనిక చర్యలన్నీ-ఏకకణ, బహుకణ జీవులన్నింటి యందు-చాలా వరకు ఒకే మార్గంగా జరుగుతూవుంటాయి. ఉదాహరణకు ప్రోటీన్లు ఈస్ట్ కణంలోనూ, మానవ శరీరంలోనూ, ఒకే పద్ధతి ద్వారా తయారవుతాయి.

ఈ జీవరసాయన చర్యలను విపులంగా పరిశీలించడంవల్ల మానవుడికి అనేక లాభాలు కలుగుచున్నాయి. మన పూర్వీకులకు మత్తుపానీయాలు (Alcohol etc) తయారుచేసే విధానం తెలుసు. కానీ, ఆల్కహాలు అనేది ఈస్ట్ (Yeast) అనే సూక్ష్మజీవిలోజరిగే అనేక రసాయనచర్యల ఫలితమని తెలుసుకున్న తర్వాత అనేక రకాలయిన మత్తుపానీయాలు, మేలురకమయినవి, అధిక దిగుబడిలో ఉత్పత్తి చేయడానికి వీలైంది. ఆహారపదార్థాలు కొన్ని రకాలయిన సూక్ష్మజీవులవల్ల చెడిపోతాయని మనకు తెలుసు. ఈ సూక్ష్మజీవులు ఏరకమయిన రసాయనచర్యలు జరిపి ఆహారమును పాడుచేస్తాయో తెలుసుకోవడంవల్ల, ఆహారాన్ని నిలువచేసే పద్ధతులను అభివృద్ధి పరచవచ్చును. ఇదేవిధంగా మానవుని శరీరంలో రోగకారకములైన సూక్ష్మజీవులు కలిగించే రసాయన మార్పులు తెలుసుకుంటే, రోగనివారణకు పనికివచ్చే మందులను తయారు చేయవచ్చు. వ్యవసాయరంగంలో కూడా ఆహారోత్పత్తిని పెంచటానికి జీవరసాయనశాస్త్ర పరిజ్ఞానము చాలా అవసరము. ఈ వివిధ రంగాలలో జీవరసాయనశాస్త్రము యెట్లా ఉపయోగపడుతుందో సంగ్రహముగా పరిశీలించుదాము.

**ఆహారపదార్థముల నిలువ :**

జీవకణ (cell) మును గుఱించిన రసాయనశాస్త్ర పరిజ్ఞానము వృద్ధిచెందినకొలదీ, ఆహారమును ఉత్పత్తి చేయు పద్ధతులును, వాటిని నిలువఉంచే పద్ధతులును అభివృద్ధి చెందుతూ వస్తున్నవి. సంవత్సరములో ఒక్కొక్క ఋతువులో ఒక్కొక్కరకపు ఫలాలు లభిస్తాయి. పూర్వపు రోజులలో, ఆ ఋతువు దాటి పోతే ఆ ఫలాలు దొరికేవిరావు. కాని ఆలాకాకుండా సంవత్సరము పొడవునా మనకు ఎలాంటి పండ్లు కావాలన్నా, నిలువవుంచిన ఆహారపదార్థాలవల్ల అవి (Fruits, fresh Salad, Jams, Vegetables etc.) లభిస్తున్నాయి.

బ్రిటన్, న్యూజీలాండ్, ఆర్జెంటీనా మొదలైన దేశాలలో గొత్తమాంసము మొదలైనవి చాలాకాలం చెడిపోకుండా నిలువవుంచి ప్రజలకు సరఫరా చేయచున్నారు. పండ్లు, మాంసము, ధాన్యము మొదలైనవి ప్రాణులవలెనే ఆక్సిజన్ గ్రహించుటవలన వాటిలో నున్న కార్బోహైడ్రేట్స్ (Carbohydrates) అనే పదార్థాలు దహింప (Oxidation) బడతాయి. ఈ ఆక్సిడేషన్ వల్ల ఆయా పదార్థాలను ఎక్కువ రోజులు నిలువ వుంచలేము. ఈ ఆక్సిడేషన్ క్రియను నిలువగలిగినట్లయితే, పదార్థాలను చాలాకాలము చెడిపోకుండా నిలువవుంచ వీలవుతుంది. ఆహార పదార్థాలను శీతల వాతావరణములో వుంచుటవలన గానీ, లేక కార్బన్ డయాక్సైడ్ నందు ఉంచుటవలన గానీ పై క్రియను అరికట్టి వాటిని ఎక్కువకాలం భద్రపరచవచ్చును.

పదార్థాలలో తేమవున్నట్లయితే అవి త్వరగా పాడవుతాయి. అందుకని మన పూర్వీకులు ధాన్యమును బాగాయెండబెట్టి తేమను తీసివేసి నిలువ వుంచెడివారు (Dehydration Method). ఈ సూత్రము నాధారముగా చేసుకొని ఫ్రీజ్ డ్రయింగ్ (Freeze drying) అను ఆధునిక పద్ధతి కనుగొనబడినది. ఈ పద్ధతి ద్వారా రొయ్యలు, చేపలు, మాంసము, కుక్కగొడుగులు, బఠానీలు మొదలయిన వానిని చాలాకాలము చెడకుండా భద్రపరచ వీలగుచున్నది.

క్యానింగ్ (canning) అను మరొక పద్ధతి ద్వారా కూడా పదార్థాలను నిల్వచేయవచ్చును. ఈ పద్ధతిలో ఆహారమును వుంచు డబ్బాలను అధిక ఉష్ణోగ్రతలో కొంతసేపు వుండనిచ్చి వాటిలోనున్న బాక్టీరియా మొదలైన సూక్ష్మజీవులను నాశనము చేయుదురు (Sterilization). ఈ విధముగా స్టెరిలైజ్ చేయబడిన డబ్బాలలో పదార్థములనుంచి నీలు చేయుదురు. ఈ డబ్బాలలో నుంచబడిన

ఆహారము చాలాకాలము చెడకుండా నిలువ వుంటుంది.

పెరుగుతున్న జనాభాకు తగినంత ఆహారము నందించుట ప్రస్తుత ప్రపంచానికి తీవ్రసమస్యగా ఉన్నది. ప్రతిదేశము తన ప్రజలకి సరిపోవునంత ఆహారాన్ని సమకూర్చుకొని వారికి సరఫరా చేయాలి. ఇలా సమకూర్చుకొన్న ఆహారాన్ని తగిన పద్ధతులద్వారా నిలువ వుంచాలి. కనుక ఆయా దేశాలు ఈ ఆహారపదార్థాలను భద్రపరచు పద్ధతులను కూడా అభివృద్ధిపరచుకోవాలి. ఈ రకమైన పరిశోధనల విషయంలో మన దేశ ప్రభుత్వము కూడా చాలావరకు సహకరించు చున్నది. బొంబాయిలోనున్న భాభా అటమిక్ రిసర్చ్ సెంటరు (BARC)లో, ధాన్యములపైన, కూరగాయలపైన రేడియేషన్ (Radiation) ను ప్రసరింపజేసి, వాటిని చాలా దినములు నిలువ వుంచు పద్ధతులను రూపొందించుచున్నారు. ఇంకను ఇతర విధములుగా ఫ్యూమిగేషన్ (fumigation) పద్ధతిద్వారాను, క్రిమి సంహారక మందుల (pesticides) నుపయోగించియు—ఆహార ధాన్యాలను నిలువ వుంచటానికి వీలగుచున్నది.

## పండ్లరసములు, (మత్తు) పానీయములు

(Fruit juices and Beverages)

పండ్ల రసములను, బీరు, విస్కీ మొదలయిన మత్తు పానీయములను తయారుచేయు పరిశ్రమలు మనదేశంలోకూడా బాగా అభివృద్ధి అవుచున్నవి. పండ్లరసముల తయారీలో రెండు ముఖ్యమయిన సమస్యల నెదుర్కోవాలి : 1. కొన్ని రసములు వాటి రుచికి అనుగుణంగా, నిర్మలంగా లేకుండా మసక (cloudy) గా వుండాలి. నిమ్మ, నారింజ రసములు ఈ కోవలోకి వస్తాయి. ఇంక కొన్ని రసములు నిర్మలంగా, ప్రకాశవంతంగా వుండాలి. యాపిల్ మొదలైన రసములు ఈ తరగతికి

చెందుతాయి. 2. ఇంక రెండవ సమస్య వాటిని చాలాకాలము చెడిపోకుండా నిల్వవుంచుట. ఈ రెండవ సమస్య పరిష్కరించటానికి ఎన్జైమ్ (Enzyme) లను గురించిన పరిజ్ఞానము చాలా అవసరము. పండ్లరసములు నిర్మలంగా ఉండుటకై కొన్ని ఎన్జైముల నుపయోగించి, వాటిని శుభ్ర పరచవచ్చును.

సారాను తయారుచేయు అతి పురాతన పద్ధతిని ఆధారము చేసికొని మత్తుపానీయముల పరిశ్రమలు వెలసినవి. ఈ అతి పురాతన పద్ధతిని శాస్త్రీయ ముగా పరిశీలించుటచే, మత్తుపానీయాల పరిశ్రమ లలో, మంచి మంచి మార్పులను కావించి వాటిని అభివృద్ధి పరచటానికి పాచ్చు అవకాశములు కలిగినవి. ద్రాక్షసారా (wine), ద్రాక్షపండ్లనుండి ఫెర్మెంటేషన్ (Fermentation) అను పద్ధతి ద్వారా తయారుగును (ఫెర్మెంటేషన్ అనగా ద్రాక్షలో నున్న గ్లూకోజ్ అను పదార్థాన్ని, ఈస్ట్ అను సూక్ష్మజీవి నుపయోగించి సారా (wine) గా మార్చుట). ఈ మార్పిడిగానే ద్రాక్షకుబడులు బార్లీ నుపయోగించి బీర్ (Beer) అను పానీయాన్ని తయారుచేస్తారు. బార్లీని నానబెట్టి మొలకలు వచ్చు వరకువుంచి, మొదట మాల్టు (Malt) ను తయారు చేస్తారు. ఈ మాల్టునుండి ఫెర్మెంటేషన్ క్రియల ద్వారా బీర్ లభించును.

## ఎన్జైములు (Enzymes)

జీవకణము (cell) ప్రకృతిచే నిర్మింపబడిన రసాయనశాస్త్ర ప్రయోగశాల. ఇందు వేలకొలది రసాయన చర్యలు సుమారు 37°C దగ్గర నిరంతరము జరుగుతూ వుంటాయి. జీవకణమునందు జరుగు ఈ రసాయన చర్యలకు ఎన్జైమ్లనబడు ప్రొటీన్ పదార్థాల సహాయము అవసరము. జీవ కణమునందు వివిధ రసాయన చర్యలలో తోడ్పడు ఈ ఎన్జైములను, మానవుడు వివిధ సూక్ష్మ

జీవులనుండియు జంతు, వృక్ష, సముదాయముల నుండియు గ్రహించి తమకవసరమగు రీతిలో అనేక పరిశ్రమలయందు వుపయోగించుకొనుచున్నాడు.

రెనిన్ (Renin) అను ఎన్జైమును ఆవు దూడల ఉదరకోశము నుండి తయారుచేయుదురు. ఇది జున్ను (cheese) తయారయందు ఉపయోగ పడుతుంది. పండుల శరీరము నుండి పెప్సిన్ (Pepsin), పాంక్రియాటిన్ (pancreatin) అను ఎన్జైములు లభించుచున్నవి. ఇవి తోట్ల శుభ్ర పరచుటకు వుపయోగపడుచున్నవి. ట్రైప్సిన్ (Trypsin) అను ఎన్జైమును పశువుల పాంక్రియాస్ నుండి తయారుచేయుచున్నారు (ఇన్సులిన్ అను హార్మోన్ కూడా పాంక్రియాస్ నుండి లభించుచున్నది).

వృక్షముల (Papaya and Latase) నుండి లభించు బాక్టీరియా నుండి తోట్ల పరిశ్రమలలో ఉపయోగపడు ప్రోటియోస్లను ఎన్జైములు తయారువుచున్నవి. ఈ ప్రోటియోలైటిక్ ఎన్జైములను సిల్కుపరిశ్రమలోను, గుడ్డల సబ్బు పొడరు (Detergents) ల తయారీలోను వాడుచున్నారు. బీరు మొదలయిన పానీయాలు శుభ్రపరచుట (clarification) లోను, చెడిపోయిన పిల్మలనుండి వెండిని బయటికి తీయుటలోను వీటి ఉపయోగము కలదు.

ఎప్టెరేస్, యిన్వర్టేస్ అను ఉపయోగకరములయిన ఎన్జైములు ఫంగై, బాక్టీరియా మొదలైన సూక్ష్మజీవుల నుండి లభించుచున్నవి. యాస్పర్జిల్లస్ ఒరైజే (Aspergillus oryzae) అనే ఫంగసు నుండి లభించు గ్లూకోజ్ ఆక్సిడేస్ [Glucose Oxidase] అను ఎన్జైమ్ సున్నితముగా బంగీ [Pack] చేయబడిన ఆహార పదార్థాలు, చెడికుండా వుంచుటలో వుపయోగపడుతుంది.

**పోషక పదార్థాలు :**

ప్రపంచమునందలి పలుదేశాలలోని-ముఖ్యముగా ఆసియా, ఆఫ్రికా దేశాలలోని-ప్రజలు ఆహారంలో, పోషక పదార్థాలలోపం వల్ల పలురోగాలకు గురి అవుతున్నారు. వారు తీసుకునే ఆహారంలో, ముఖ్యంగా ప్రోటీన్లు ఎమైనో ఆమ్లములు, విటమిన్లు, మొదలైనవి లోపించడం వల్ల, వారు ఈ రోగములకు లోనవుచున్నారు. అలాంటి వారికి పైనుదహరించిన పోషక పదార్థాలు తగినంతగా, వారి ఆహారమునందు కలిపి, తక్కువ ఖర్చులో అందించుటకు వీలైన పద్ధతులను రూపొందించు బాధ్యత ఈనాటి జీవరసాయనశాస్త్ర వేత్తలపై ఎంతైనా కలదు. ఈస్ట్, ఆల్గే (Algae), బాక్టీరియా (Bacteria) మొదలైన సూక్ష్మ జీవులను, పనికిరాని పదార్థాల (Like petroleum waste products) పై సమృద్ధిగా పెంచి, వాటి నుండి తక్కువ ఖరీదులో పై నుదహరించిన ప్రోటీన్లు, ఎమైనో ఆమ్లములు మొదలైన వాటిని ఉత్పత్తి చేయుచున్నారు.

మన ఆహారములో విటమిన్లు కూడా అతి ముఖ్యమైనవి. పెరుగుచున్న పిల్లలకు, గర్భిణీస్త్రీలకు వీటి అవసరము ఎక్కువగా వుంటుంది. మానవ శరీరము విటమిన్ - డి ని మాత్రమే స్వయంగా తయారు చేసుకుంటుంది (సూర్యరశ్మిచే మన చర్మములోనున్న ఒకరకమైన రసాయన పదార్థం విటమిన్ 'డి' గా మార్పుచెందుతుంది). తక్కిన విటమిన్ లన్నింటిని ఆహారం ద్వారా శరీరానికి అందించ వలెను.

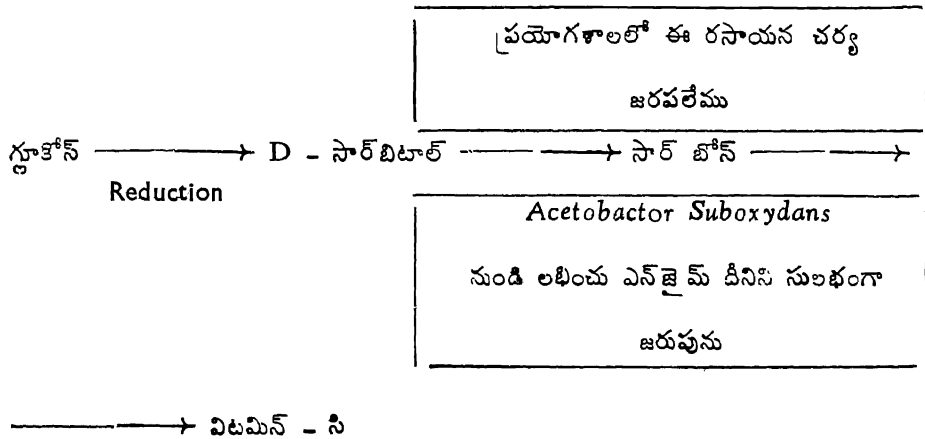
ఎండబెట్టిన ఈస్ట్ (Dry yeast) నుండి విటమిన్ - బి గ్రూపు (Vitamin B group) తగినంతగా లభిస్తుంది. పండ్లు, కూరగాయలు మొదలైన వాటినుండి విటమిన్ - సి వుష్కలంగా దొరుకుతుంది. గ్లూకోజ్ నుండి ఇప్పుడు డీనిని తక్కువ ఖరీదులో ఉత్పత్తి చేస్తున్నారు. ఇలా గ్లూకోజ్

నుండి తయారుచేయు పద్ధతిలో ఒక రసాయనచర్య చాలా క్లిష్టమైనది. కాని ఈ రసాయనచర్యను ఎసిటోబాక్టర్ నబ్ అక్సిడన్స్ (Aceto bacter Suboxydans) అను బాక్టీరియాలోనుండు ఒకరక మైన ఎన్జైమ్ (Enzyme) నుపయోగించి సులభ ముగా జరిపించవచ్చును. ఈక్రింద నుదహరించిన స్కీము (Scheme) ఈ రసాయన చర్యలను వివర ముగా తెలుపును.

ఇతర రకములైన సూక్ష్మజీవుల నుపయోగించి

కూడా విటమినులను ఉత్పత్తి చేస్తున్నారు. రైబోఫ్లే విన్ (Riboflavin or Vitamin - B<sub>2</sub>) ను యసి బియా గోసిపి, (Ashbya Gosypii), ఎర్మో థిసియమ్ యస్ బి (Eremothecium ashbyii) అను సూక్ష్మజీవులనుండియు, విటమిను - బి<sub>12</sub> (Vitamin B<sub>12</sub>)ను స్ట్రెప్టోప్టొమై సెన్స్ (Streptomyses), కార్నిబాక్టీరియా (Coryne bacteria) అను సూక్ష్మజీవులనుండియు తయారు చేస్తున్నారు.

## గ్లూకోజ్ నుండి విటమిన్ - సి తయారుచేయుపద్ధతి



మానవశరీర పోషణకు అవసరములైన ఎమైనో ఆమ్లములను కూడా సూక్ష్మజీవులను ఉపయోగించి, ఉత్పత్తి చేస్తున్నారు. మైక్రోకోక్కుస్ గ్లూటామికస్ (Micrococcus glutamicus) అను బాక్టీరియా నుండి గ్లూటామికస్ యాసిడ్ (Glutamic acid) అను ఆమ్లమున ; ఇనరిసియా కోలై ,

(Escherichia coli), ఎంటెరోబాక్టర్ ఎరోజీన్సు (Enterobactor aerogenes) అను బాక్టీరియాల నుండి లైసిన్ (Lysine) అను ఆమ్లమును ఉత్పత్తి చేస్తున్నారు. ఈ క్రింద ఉదహరించిన పద్ధతిలో పరిశ్రమలయందు సూక్ష్మజీవులను ఉపయోగించి ఉత్పత్తి చేయు కొన్ని పదార్థాలు పేర్కొనబడినవి.



బాక్టీరియావర్ణపద్ధు డైఫాయిడ్, షయ, మొదలైన రోగములను యాంటిబయటిక్స్ నుపయోగించి నయము చేయవచ్చును. కాని వైరస్ (Virus) వర్ణకలుగు జబ్బులను - యిన్ ఫ్లయెంజా, స్పృటకమ్, పోలియోలాంటి వాటిని - యాంటిబయటిక్స్ తో నయముచేయుట కష్టమైనవని. ఈ జబ్బుల నివారణకై వేక్సిన్లు (Vaccines) అనునవి కనుగొనబడినవి. రాబీస్ అను కుక్కకాటు జబ్బును కుదుర్చుటకై పాశ్చర్ మహాశయుడు యాంటిరాబీస్ అను వేక్సిన్ ను కనుగొని మానవాళికి యెంతో మేలు చేసెను. ఈ వేక్సిన్ల తయారీయందు “బయోకెమికల్ యిమ్మ్యూనాలజీ” (biochemical Immunology) పరిజ్ఞానము చాలా అవసరము. వేక్సిన్ యొక్క తత్వము (nature)ను, తయారీ (preparation)ని, దాని ఉపయోగమును తెలుపు శాస్త్రమునే, బయోకెమికల్ యిమ్మ్యూనాలజీ అని అందురు.

**క్లినికల్ బయోకెమిస్ట్రీ :**

ఆధునిక వైద్యశాలలలో రోగనిర్ణయానికి, క్లినికల్ బయోకెమిస్ట్ రిపోర్టు (report) చాలా అవసరము. బయోకెమిస్టు రక్త, మల, మూత్రములు మొదలైన వాటిని పరీక్షించి, పంపిన రిపోర్ట్ ననుసరించి వైద్యులు సక్రమంగా రోగనిర్ణయం చేయవలెను.

కాన్సర్ (cancer)ను, రక్తనాళములకు సంబంధించిన (athresclerosis) భయంకరమైన రోగములను, మానసిక వ్యాధులను అరికట్టుటకై జీవరసాయన శాస్త్రమునకు సంబంధించిన పరిశోధన యెంతయో జరుగుచున్నది. కొందరికి పుట్టుకలోనే కొన్నిరకాలైన జబ్బులు (inborn errors) తల్లిదండ్రులనుండి సంక్రమించును. ఇందుకు ఒక ఉదాహరణము మధుమేహము. ఇన్సులిన్ (insulin) అను హార్మోన్ (hormone)లోపమున్న వ్యక్తులు ఈ జబ్బుకు గురిఅవుదురని తెలుసు

కొనుటవలన అలాంటి రోగులకు, ఇన్సులిన్ ఇచ్చిన యెడల వారు ఈ జబ్బుబారినుండి కొంతవరకు ఉపశమనము పొందగలరు. అంతేకాకుండా, ప్రస్తుతము జరుగుచున్న జీవరసాయన పరిశోధన, ఇలాంటి జన్మ సంబంధ రోగములనుకూడా, భవిష్యత్తునందు, తల్లితండ్రుల నుండి పిల్లలకు సంక్రమించకుండా ఆపవచ్చుననే ఆశలు కలిగించుచున్నది.

ఇంతేకాక, కల్తీసరుకులపైన ఆధారపడిన ప్రజలు యేలాంటి జబ్బులతో బాధపడుదురో తెలుసుకొనుటయందు కూడా ఈ శాస్త్రపరిజ్ఞానం అవసరం. బ్రహ్మదండి నూనెతో కల్తీ కలిపిన వేరుశనగనూనెనె వాడిన ప్రజలు పక్షవాతము మొదలైన వాటితో బాధపడుదురని నిరూపించబడినది. ఇలాంటి రోగములను గురించి తెలుసుకొనుటయందు కూడా జీవరసాయన శాస్త్రపాత్ర లేకపోలేదు.

**కలుషిత వాతావరణము :**

మానవునకు గాలి, నీరు ఎంత ముఖ్యమో, మనందరికి తెలిసిన విషయమే. నాగరికత పెరిగిన కొద్దీ, మానవునికి అత్యవసరమైన, గాలి, నీరు కలుషిత మవుటకు ఆస్కారము ఎక్కువ అవుచున్నది. గృహము లందును, పరిశ్రమలందును విసర్జింప బడిన చెత్త చదరమంతా నదులలో, చెరువులలో కలిసి, నీరు కలుషిత మవుచున్నది. పరిశ్రమలలో విసర్జింపబడిన రసాయనాలు, వ్యవసాయము నందు వాడు పెస్టిసైడ్స్ (pesticides) మానవాళికి చాలా హానికరంగా తయారవుచున్నవి. పరిశ్రమల నుండి విడువబడు వివిధ రకాలయిన వాయువులు వాతావరణాన్ని విపరీతంగా కలుషితం చేయుచున్నవి.

ప్రస్తుతము కొన్ని పెద్ద నగరాలలో శుభ్రపరచిన నీటిని పౌరుల కందించి ప్రజారోగ్యమును కాపాడుచున్నారు. అలాగే చెత్త, చెదారమునంతా



కంపోస్టు (compost) పద్ధతి ద్వారా ఎరువుగా మార్చి పరిసరాలను శుభ్రంగా వుంచుచున్నారు. వ్యవసాయమునందు వాడే డి. డి. టి (D.D.T) లాంటి క్రిమి సంహారక మందులు మానవునిపై కొన్ని దుష్పరిణామాలను కలుగజేయునని తెలుసుకొన బడినది. ఇటువంటి పెస్టిసైడ్స్ వాడకము మానవు నిపై యెలాంటి హానికరమైన ఫలితాలను కలుగ జేయునో తెలుసుకొన్నందున, వాటి వాడకంపైన కొన్ని ఆంక్షలు విధించవచ్చు. ఇదే మాదిరిగా, పరిశ్రమల నుంచి వెలువడు రసాయనాలను నదుల లోనికి, వాతావరణం లోనికి వదలకుండా ఆంక్షలు విధించిన యెడల మన పరిసరాల కాలుష్యాన్ని కొంతవరకు నిరోధించవచ్చు.

**వ్యవసాయ రంగములో జీవరసాయన శాస్త్ర ప్రాముఖ్యము :**

ఆహారలోపము నేడు ప్రపంచ దేశాలన్నింటిని బాధించుచున్న ముఖ్యమైన సమస్య. ఆహారోత్పత్తిని పెంచుటకు వ్యవసాయ శాస్త్రజ్ఞునితో పాటు, జీవ రసాయన శాస్త్రవేత్త కూడా యెంతో కృషి చేయుచున్నాడు.

భూసారము తగ్గిన కొలది, ఆ ప్రదేశంలోని మొక్కలు పారిపోయి పెరుగుచుండును. అలాంటి మొక్కలను పరీక్షించగా వాటికి ఆ ప్రదేశము నందున్న యినుము (iron) సరిపోయినంతగా లేదని తేలినది. ఆ ప్రదేశాలకు తగినంత యినుమ లోహమును అందజేసిన యెడల మొక్కలు ఆరోగ్యముగా పెరిగి ఎక్కువ దిగుబడి నిచ్చునని నిరూపించ బడెను. ఇట్లే వివిధ ప్రదేశాలు వివిధ లోహముల లోపము కలిగి మొక్కల పెరుగుదలకు అనుకూలముగా నుండక పోవచ్చు. ఆ ప్రదేశాలలో లోపించిన లోహములను చల్లి పంటల దిగుబడిని పెంచవచ్చును. దీనికి భూసార పరీక్ష అవసరము.

కొన్నికొన్ని లోహములు లోపించిన ప్రదేశాలలో పెరిగిన గడ్డిపై ఆహారపడిన పశువులు కూడా కొన్ని జబ్బులతో బాధపడునని కనుగొనబడినది. అలాంటి పశువులకు ఆ ప్రదేశాలలో లోపించిన లోహములను అందించిన యెడల అవి కోలుకొన గలవు.

ప్రస్తుతము వృక్షములలో జన్యు సంబంధపు మార్పులు (mutations) కావించి, తక్కువ వ్యవధిలో అధిక దిగుబడినిచ్చు పంగడములను ఉత్పత్తి చేయుచున్నారు. I.R - 8 అనబడు పరిపంగడము ఈ జాతికి చెందినదే. ఈ జన్యుసంబంధమార్పులు రసాయన పదార్థాల (chemical mutations) ను గానీ యక్స్ - కిరణములను (X-rays) గానీ, అతి సీలలోహిత (u-v) కిరణములగానీ వుపయోగించి సాధించవచ్చును.

వృక్షములలోని పెరుగుదల, కాయలు పంటకు వచ్చుట, విత్తనములు మొలకెత్తుట మొదలైన క్రియలన్నియు హార్మోనుల ఆదుపులో నుండును. వృక్షజీవితంలో ఈ హార్మోనుల పాత్రను గురించి తెలుసుకొనినయెడల, వ్యవసాయ రంగమునందు కొన్ని ఉపయోగకరమైన మార్పులు తీసుకొని రావచ్చు. ప్రస్తుతము వ్యవసాయ రంగములో ఆక్సిన్లు, జిబర్లిన్లు, కైనిన్లు, అను హార్మోనులు వుపయోగములో కలవు. వీటితో కొన్ని కలుపుమొక్కల వినాశినులుగా పనిచేయును. ఈ హార్మోనుల ప్రభావము వలన అంటుతొక్కిన మొక్కలలో వేళ్లు త్వరగా వచ్చునట్లు చేయవచ్చును. వీటినుపయోగించి విత్తులులేని పండ్ల (seedless fruits) చెట్ల ఉత్పత్తి చేయవచ్చును. కాయలు పంటకువచ్చు కాలమును కూడా పొడిగించవచ్చును. పండినపండ్లు చెట్లనుండి త్వరగా రాలకుండాకూడా చెట్టుమీదనే ఎక్కువకాలము నిలుచునట్లు చేయవచ్చును.

పైన చెప్పిన హాఠోన్మవంటి కొన్నిరసాయన పదార్థాలు హెర్బిసైడ్స్ (herbicides)గా కూడా ఉపయోగపడుచున్నవి, నాఫ్తాక్సి ఎసిటిక్ యాసిడ్, (Naphthoxyacetic acid), 2, 4 డైక్లోరో ఫినాక్సి ఎసిటిక్ ఏసిడ్ 2,4 -D అను రసాయన పదార్థాలు గోధుమ, వరి, పంటలలో పెరుగుదల చెడల్పు ఆకులు కలిగిన కలుపు మొక్కలను నాశనము చేయును. సన్నటి ఆకులున్న వరి గోధుమలపై వీటి ప్రభావముండదు.

చీడల పురుగుల బారిననుండి పంటలను కాపాడుట మానవునికి మొదటినుండి సమస్యగానే వున్నది. వీటి నివారణకై 'డి.డి.టి.(D.D.T.).(దీని వాడకం పై కొన్ని దేశాలలో ఆంక్ష కలదు), పెరాథయాన్, మలాథయాన్, ఎన్ డ్రిన్, డై ఎన్ డ్రిన్, మొదలైన యిన్ సెక్టిసైడ్స్ (insecticides) కనుగొనబడినవి. పురుగులు, చీడలపై మాత్రమే ప్రభావము చూపు యిన్ సెక్టిసైడ్స్ను రూపొందించు ప్రయత్నములో ఆధునిక జీవరసాయన శాస్త్రవేత్త చాలా సహకరించుచున్నాడు (మానవుని పైనను, పశువుల

పైనను వీటి ప్రభావముండదు). ఇంతేకాక చీడలకు తట్టుకొను మొక్కల (resistant strains)ను వుత్పత్తిచేయు ప్రయత్నంలో కూడా జీవరసాయన శాస్త్రము తోడ్పడుచున్నది.

పశుపోషణను గురించి, పశువులకు సంక్రమించు జబ్బులగురించి కూడా, మనకు ఇప్పుడు చాలా తెలుసును. పశువులకువచ్చు కొన్ని జబ్బులను కుదుర్చుటకు ప్రత్యేకమైన యాంటిబయాటిక్స్ తయారవుచున్నాయి. వీటికై యిప్పుడు ప్రత్యేకముగా తయారయిన పోషక పదార్థాలు (cattle feeds) కూడా లభ్యమవుతున్నాయి.

పై నుదహరించిన విధముగా జీవరసాయన శాస్త్రవేత్త పరిశ్రమలందు యింజనీర్లతోను, ఆరోగ్య విషయంలో వైద్యులతోను, ఆహారరంగమునందు వ్యవసాయ శాస్త్రవేత్తలతోను చేయికలిపి సహకరించి, మానవ పురోభివృద్ధికి యెంతోకృషి చేయుచున్నాడు.

డాక్టరు జి. వెంకటేశ్వర్లు

## 63. జీవ భౌతిక శాస్త్రము

“జడ పదార్థము నుండి జీవస్పష్టి ఎట్లా సాగింది?” అనే ప్రశ్న ఈనాటి విజ్ఞాన ప్రపంచమున యింతవరకు విడివడని క్లిష్టసమస్యగా నిలిచి ఉంది. రసాయన శాస్త్రమున నిర్ణీత పదార్థాలను గురించి, భౌతిక శాస్త్రమున ఆ పదార్థాలకు చెందిన భౌతిక ధర్మాలను లేక సిద్ధాంతాలను గురించి విశేష వివరాలు సమకూర్చబడ్డాయి. జీవశాస్త్రమున జంతు వృక్షజాలాల క్రమబద్ధ వర్గీకరణానికి నిర్ణీత స్వరూపమేర్పడింది. సూక్ష్మదర్శినిమూలంగా జరిగిన పరిశీలనా ఫలితంగా జీవ పదార్థాల చరమ

ప్రమాణము జీవకణముగా నిరూపితమయింది. విశేష విషయ పరిజ్ఞానంకోసం అన్వేషణలు సాగింపగా, దాని సంకలిత భాగమగు “ప్లాస్టియన్”ను గురించి, క్రోమోజోమ్ల గురించి, జీనుల గురించి, వివరాలు తెలిసినాయి. జీవకణయొక్క గ్రనన, శ్వసన, పృద్ధి, పునరుత్పాదన సామర్థ్యాలను గురించియు, వంశానుగత లక్షణాలపై జీనులకు ఉండే నియంత్రణాన్ని గురించియు జరుగు పరిశోధనలు నేటి జీవశాస్త్రములో ప్రాముఖ్యాన్ని వహించినాయి. “జీవశాస్త్రములోని జీవప్రక్రియలపై భౌతికశాస్త్ర

సిద్ధాంతాల ప్రభావం ఎంతవరకు ఉంటుంది?" అనేది జీవ భౌతిక శాస్త్రంలో ముఖ్యమైన ప్రశ్నగా ఉంటుంది. భౌతిక శాస్త్రీయ పద్ధతులతో, భౌతిక శాస్త్ర సిద్ధాంతాల ఆధారముగా జీవ విధానాలను పరిశోధించుటయే జీవ భౌతిక శాస్త్రపు లక్ష్యంగా పరిగణించవచ్చు.

ఉక్కు తీగనుండి వ్రేలాడదీసిన కప్పయొక్క కాలు, రాగి కొక్కెమునకు తగలగానే, దాని కండరాలు ముడుచుకొంటాయని "గాల్వనీ" ప్రాయోగి కంగా కనుక్కొన్నాడు. దీనివల్ల స్వల్ప ప్రమాణంలో విద్యుచ్ఛక్తి శారీరక పరిణామాలను కలిగిస్తుందని తెలిసింది. కండియొక్క జ్యామితీయ దృక్ శాస్త్ర (optics) విజ్ఞానాన్ని, దాని సమయోజనమైన గూర్చి "థామస్ యంగ్" వివరణలను ఏర్పరిచినాడు. జీవక్రమాలలో శక్తినిత్యత్వ నియమాన్ని గురించి "మేయర్" విశ్లేషణను చేసినాడు. కన్ను, చెవులు పనిచేసే విధానాల గురించి "హెల్మ్ హోల్ట్" అధ్యయనము సల్పినాడు. ఎముకలు మడతబిందులుగా పనిచేయటం వల్ల అస్థిపంజరాల చలనాత్మకత ఉంటుందన్న విషయం గుర్తించబడింది. ఇంతవరకు ఉదహరించిన పరిశీలనలను జీవ భౌతిక శాస్త్రపు నాందీ వాక్యాలుగా పరిగణించవచ్చు, సూక్ష్మదర్శన శాస్త్రము, ఉష్ణగతిక శాస్త్రము, పరమాణు భౌతిక శాస్త్రము, విద్యుదుపకరణాలు, ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలలో జరిగిన అభివృద్ధివల్ల జీవభౌతిక శాస్త్రపు సీమలు విస్తృతమై పొందినవి.

జీవ వ్యవస్థలలోని జీవరసాయనిక పరివర్తన ముల మాధ్యమిక దశలలో ప్రతిచర్యలో ఉష్ణము జనిస్తుందని చెప్పవచ్చు. అష్టజనీకరణము జీవ పదార్థములలో జరుగు అంతిమ ప్రక్రియగా గుర్తించబడింది. అత్యున్నత శ్రేణికి చెందిన జంతువుల శారీరకోష్ఠోగ్రత స్థిరముగా ఉంటుందన్న

వింత విషయము కనుగొనబడింది. ఉష్ణోగ్రతను నియమితమొనర్చు ఒక ప్రత్యేకమయిన ఏర్పాటు వల్ల, ఆ జంతువుల శరీరములు తాప నిర్ధారకాలుగా పనిచేస్తాయని పరిశోధకులు నిర్ణయించారు.

కాంతి అన్వేషణలలో మానవనేత్రము శక్తివంతమయినది. అది ఏకవర్ణ లేదా అనేక వర్ణకాంతి వుంజాలకు ప్రతిక్రియనిస్తుంది. దృక్ శాస్త్ర విశ్లేషణలవల్ల, కంటి యొక్క కాంతి సంవేదనాశీలత కనుక్కొబడింది. దృశ్య అతి నీలలోహిత కిరణాలు, వృక్ష, జంతుసంబంధమయిన జీవకణ కవచాల పారగమ్యతను వెంపొందిస్తున్నవి. కొన్ని క్లిష్టమయిన మార్పులు జీవకణ పదార్థాల శ్యానత (viscosity) లో జరగడంచేత, ఘనీభవనానికి దారి ఏర్పడుతుంది. అతినీలలోహిత కిరణాలను కొన్ని చర్మవ్యాధులకు-"రికేట్స్" అనే వ్యాధికి-చికిత్సలో ఉపయోగిస్తారు. అతినీలలోహిత కిరణాల వల్ల ప్రభావితాలయిన అహార పదార్థాలలో "డి" విటమిన్ అధికమవుతుంది. శరీరంలో స్థానికంగా రక్తప్రసరణలో మార్పులు కలిగించటానికి, బాధా నివారణకోసం, పరారుణ కిరణాలను వినియోగిస్తారు.

అతినీలలోహిత సూక్ష్మదర్శిని సహాయంవల్ల, జీవకణము చేతనస్థితిలో ఉండగనే దానిలోపల జరుగు రసాయనిక మార్పులను గురించిన విజ్ఞానాన్ని పొందటానికి సాధ్యమవుతుంది. "ఫేజ్ కాన్ట్రాస్ట్" (phase contrast) సూక్ష్మదర్శిని వల్ల వివిధములయిన జీవకణ విభాగదశలను కంటితో కనుక్కొన్నారు. వివిధ జీవకణాల, దీన్యూల, నిర్మాణ యష్టిని, వాటిలోని జీవకణ విన్యాస విశేషాలను "ధృవీయ కిరణ" సూక్ష్మదర్శిని ద్వారా పరిశీలించవచ్చు. జంతు "వైరస్"ల అంతర్నిర్మాణాన్ని, కీటక "వైరస్"ల ఉత్పత్తిని, వృక్ష "వైరస్"ల వివృద్ధిని, వివిధజాతుల సూక్ష్మజీవులను ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శినిమూలంగా

పరిశీలించవచ్చు. స్రావ, శ్వాసక్రియాది జీవనాధార కార్యాలను, జీవకణాలలో, టిస్యూలలో జరుగు వివిధ రసాయనిక పదార్థాల పంపకాలను, రసాకర్షణ, విసరణల ప్రాతిపదికలపై విశదపరచవచ్చు.

ప్రాణుల నుండి ఉత్పన్నమయ్యే ఉష్ణరహిత కాంతియే జీవోత్సర్జిత తేజ (bioluminescence) అనబడుతోంది. పచ్చిక బీడుల్లో కనపడే మిణుగురు పురుగులు, గంభీర సాగరాల్లో చలించే మత్స్యాలు, కొన్ని సూక్ష్మజీవులు, కొన్ని పంగై జాతులు కాంతి సముత్తేజాన్ని ఉత్పన్నంచేసే ఉపజ్ఞను కలిగి ఉన్నాయి. ఈ కాంతి వర్ణము ఆయా జాతి వర్గాన్ని అనుసరించి హరిద్ర వర్ణము నుండి, నీలహరిత, శోణిత కాంతుల వరకు ఉంటుంది. దీపశిఖ కంటే అతి మందంగా జరిగే ఆప్టజనీకరణ ఫలితమే జీవోత్సర్జిత తేజమనవచ్చు. "లూసిఫెరేజ్ ఎంజైమ్" సమక్షములో "లూసిఫెరిన్" అనే పదార్థముప్రాణ వాయువుతో సంయోగము చెందడానికి సంబంధించిన ఆప్టజనీకరణము మందంగా జరుగుతుంది. జీవుల యొక్క ఈ తేజోత్సర్జనమునకు లక్ష్యము కేవలము కాంతి విస్తృతియే కాదు. అది వాటి సమాగమానికి సహాయపడుతుంది.

ధ్వని తరంగాల ఉద్భవతి చెవిలోని అంతర్గత నిర్మాణాన్ని నాశన మొనరిస్తుంది. అతిధ్వనులు (ultrasonics) జీవరాసులలో, తాపాన్ని, పక్షవాతాన్ని, మరణాన్ని కూడా సంభవించజేస్తాయి. శరీరంలోని కొవ్వుపొరలు, కండరాలు, ఎముకలు మొదలయిన వివిధ భాగాల ధ్వని ప్రతిబంధకశీలత (characteristic impedance), శోషణ గుణాంకము (absorption coefficient) మారుతూ ఉంటాయి. ఆరోగ్యకరమయిన, దుష్టమయిన టిస్యూల శ్రవ్య ధర్మాలు భిన్నంగా ఉండటంచేత కొన్ని మెగాహర్ట్స్ పొసాపున్యముగల అతిధ్వనులను ఉపయోగించి కాన్సర్ వ్యాధిని నిర్ణయించవచ్చు.

అనారోగ్యకరమయిన టిస్యూల నిర్మూలనము అతిధ్వనులకు సాధ్యమవుతుంది. అతిధ్వనుల ప్రసార ప్రక్రియను ఉపయోగించి మెదడునందలి కంతులను పరిశీలించవచ్చు. డాప్లర్ సిద్ధాంతాన్ని ఉపయోగించి, అతిధ్వని తరంగాలను గుండె వైపునకు మళ్ళించి, హృదయాన్ని పరీక్షించవచ్చు. రక్త ప్రవాహ వేగాన్ని, అతిధ్వని ప్రవాహమాపక విధానంవల్ల కనుక్కువచ్చు. అత్యధిక తీవ్రత గల అతిధ్వనులవల్ల జీవకణాలను విడగొట్టడం, సంచలనాన్ని కలిగించి టిస్యూలను నష్టపరచడం, కండరాలలోను, ఎముకలలోను ఉష్ణాన్ని కలుగజేయటం మొదలయిన పనులు సాధ్యమవుతున్నాయి సూక్ష్మజీవులను సంహరించగల అతిధ్వనుల చర్యను ఉపయోగించి, పాలకు పరిశుద్ధ మొనరించవచ్చు. కండరపు పోచల బింకాన్ని సడలించగల అతిధ్వనుల చర్యను ఉపయోగించి మాంసాన్ని మెత్తపరచవచ్చు.

మెదడు, హృదయము మొదలయిన అవయవాలలో జనించే అల్పతమ "వోల్టేజీల" విశ్లేషణానికి, జీవ విద్యుత్ స్వభావ పరిశోధనకు, నాడీ ప్రేరణ నిర్వాహకత్వ పరిశీలనకు, జీవ భౌతిక శాస్త్రములో విద్యుత్ మాపక సాధనాలు ఉపయోగపడుతున్నాయి. జీవ విద్యుత్తు అనేది జీవ పదార్థాలలో జరుగు ఘటనా విశేషంగా గణించవచ్చు. ఇది జంతు, వృక్ష జాలాల జీవ కణాలలోను జరుగుచున్నట్లు కనుక్కుబడింది. శరీరంలోని ఆయాభాగాల వృద్ధివేగాలలో గానీ, ఉపవయాపవయాత్మక క్రియా వేగాలలోగానీ ఏర్పడు భేదాలకు సంబంధించి విద్యుత్ శక్త్యాంతరాలు ఉంటాయి. జంతు, వృక్షాలలో కొన్ని పౌరల పథ్య, ఆయా పౌరలగుండా "అయానులు" ఉద్భవంగా రవాణా అగుటవల్ల హెచ్చు శక్త్యాంతరాలు ఏర్పడతాయి. దక్షిణ అమెరికాలో ఉండే "ఈల్" అనే చేప, 800 వోల్టుల వరకు, శక్త్యాంతరాన్ని ఏర్పరచగలుగుతుంది. విడు

దల చేసినప్పుడు ఇంత విద్యుచ్ఛక్తి చేపలకు, మూర్చను, చావును, మనుష్యులకు తీవ్రాఘాతాన్ని కలిగించగలుగుతుంది.

మాంసకృత్తుల, న్యూక్లియర్ ఆసిడ్ల త్రిమితీయ నిర్మాణము, X-కిరణాల వివర్తనా పరిశోధనాల వల్ల తెలిసింది. 1920 వ సంవత్సరంలో హెచ్. జె. ముల్లర్, X-కిరణాలు జీవులలో ఉత్పరివర్తనాన్ని కలిగించటంవల్ల జీవపదార్థాల వంశానుగత గుణాలను మార్చగలవని నిరూపించడంతో జీవ భౌతిక శాస్త్ర పరిశోధనలో ఒక నూతన శక మారంభమయింది. పండ్లమీద ఈగలతో పునరుత్పాదక కణాలు ఏర్పడే సమయములో వాటిని X-కిరణాలచే ప్రభావితం గావించి ఉత్పరివర్తనా వేగాన్ని పెంచించారు. ఈ ఆవిష్కరణము జీవ సంక్రమణ సిద్ధాంతముపై జరిగే పరిశోధనలను త్వరిత మొనర్పడంతో జీవ భౌతిక శాస్త్రములో “వికిరణ జన్యు శాస్త్రము” (Radiation genetics) అనే ఒక వినూతన శాఖ ఏర్పడింది.

X - కిరణాలు క్రోమోజోములను విదళింప గలుగుతాయి. ఈ ఖండాలు, జీవకణ విభజన సమయములో, ఒక్కొక్కప్పుడు విపర్యయంగా పునస్సంయోగం చెందడమో, ఇతర క్రోమోజోములకు అంటుకోవడమో, లేదా స్వతంత్రంగా సైటోప్లాజములో తేలి ఆడడమో జరగడంవల్ల లోప భూయిష్టమైన ప్రజాజన్యు యంత్రాంగము (genetic machinery) ఏర్పడుతుంది. ఎక్స్, ఆల్ఫా, బీటా, గామా కిరణాల ప్రసారానికి, న్యూట్రాన్ ప్రసరణకూ, సజీవ ప్రాణిసముదాయము గురికావింపబడినచో, అవి లోనుకాగల హానికరములగు ఫలితములు “రేడియేషన్ హెజార్డ్” అను శీర్షికగల విజ్ఞాన శాఖకు లావు ఇచ్చినది. ప్రవేశశీలతగల ఈ కిరణాలు, జీవకణాలకు, టిన్యూలకు, అవయవాలకు, వివిధ గతులలో విపరీతమయిన నాశనాన్ని కలిగిస్తాయి. ఇవి సజీవ మండలాల సంధానానికి

ఆధారభూతమయిన రసాయన బంధాలను అస్తవ్యస్త మొనరించును. చర్మము, బీజాశయాలు, రక్త నిర్మాణకములగు టిన్యూలు, నేత్ర కటకము-ఇవి కిరణాలను అతి తీవ్రంగా గ్రహిస్తాయి. సజీవములయిన టిన్యూలు, ఆ వికిరణాన్ని విలీన మొనరించుకొను ప్రాథమిక దశనుండి, శరీర జననోద్రియాలకు చెరవు వాటిల్లు చరమ దశవరకు, నడచే మధ్యకాలంలో కణానుపూర్వపారంపర్యములో జరుగు ఘటనా వివరాలకై ఇంకా అన్వేషణలు జరుపవలసి ఉంటుంది. “ఎంతవరకు ఈ వికిరణానికి జీవ మండలము గురికావచ్చును? ఏ పరిమితి దాటినచో అది జీవమండలానికి హానికరంగా పరిణమిస్తుంది”- అనే విషయాలపై అనేక వాదోపవాదాలు ఉన్నాయి. ఈ వికిరణాలకు ఎక్కువ గురి అయినచో చేకూరు నట్టి అంతిమ ఫలితము మరణమే. అయిదు వందల “రాన్ ట్టనులు” మోతాదు ప్రసారము మానవునకు మరణము కలిగిస్తుందని తేలినది. హిరోషిమా, నాగసాకి నగరాలపై పరమాణు బాంబులు ప్రయోగింపబడినపుడు వెలువడిన అపరిమితమయిన వికిరణ ప్రసారానికి శరీరమంతా గురికయిన కారణంవల్ల అనేకమంది మరణించారు. అణ్వత్త ప్రయోగం జరిగిన ప్రదేశమునుండి దూరముగ ఉన్నవారు కూడా శిరోజపాతం వల్ల, ఎర్రకణాలను నిర్మించు శక్తిని, ఎముకలలోని “మజ్జ” ను కోల్పోవడం మూలంగా కలిగిన నిస్సత్తువవల్ల అనేక వేదనలకు గురియై “రేడియేషన్ ష్యాధి” వీడితులై మరణించారు. మిలిమీరిన రేడియేషన్ ప్రసరణమునకు గురికాని వారును, వాటి నద్యో ఫలితాలకు బలికానివారును, అయిన కొన్ని వందల మంది ప్రజలలో జన్యుసంబంధమయిన (Genetic) మార్పులు జరిగినాయి. వారు కండ్లను, కను రెప్పలను, మెదడును, మర్మేంద్రియాలను పోగొట్టుకొన్నారు. బలహీనమైన ఎముకలు లోప భూయిష్టములైన కండరాలు కలిగిన పిల్లలు వారికి వుట్టినారు.

రేడియో ధార్మికతగల సమస్థానీయాల (isotopes) నుండి బహిర్గమించు వికిరణాలు, వాటి ఉనికిని కనిపెట్టే గణన సాధనాలు, పరిశోధన రంగములో ప్రత్యేక ప్రాముఖ్యాన్ని పొందినాయి. చైతన్యవంతమైన శరీరంలోనికి రేడియో ఐసోటోపులకు ప్రవేశము కల్పించినచో అవి అన్వేషకాలుగా ప్రవర్తించి, ఉపాపచయ్యాత్మక క్రియలలో దత్తాణువు యొక్క గమనాన్ని గుర్తించటానికి అవకాశాన్ని కల్పిస్తున్నాయి. మందులు పనిచేసే విధానము, ప్రోటీనుల సంయోగాని కొక నిర్దిష్ట పథము, ఆశ్రయాన్ని ఇచ్చే జీవకణాలపై వైర

సులు సాగించే ప్రచండమైన ముట్టడి, మొదలగున వన్నీ, పరిశీలనవల్ల తెలుసుకొన గలుగుతున్నాము. రోగ పరిశీలనా, రోగ నిర్మూలనలలో రేడియో ఐసోటోపులు ఉపయోగ పడుతున్నాయి. థైరాయిడ్ గ్రంథుల రోగమును వారించుటకు రేడియో ఆయోడినును, చర్మ వ్యాధుల చికిత్సకు రేడియో థాస్టరమును, కాన్సరు వ్యాధిని తొలగించుటకు రేడియో కోబాల్టును వాడుతున్నారు.

అచార్య హరి లక్ష్మీపతి

# VI

## ప్రవేశిక

అసక్తికరమైన శాస్త్రాలలో జీవశాస్త్రము ముఖ్యమైనది. మిగిలిన శాస్త్రాలవలెనే జీవశాస్త్రము కూడా చాలా త్వరితగతినీ అభివృద్ధి చెందుతున్నది. జీవశాస్త్రంలో వివిధ అంశాలను గురించిన పూర్వ భావాల స్థానంలో ఇటీవల కొత్తవి బోటు చేసుకొంటున్నాయి. జీవశాస్త్రంలోని వివిధ భాగాలలో అధునాతన ప్రగతినీ క్లుప్తంగా పొందుపరచడానికి ప్రయత్నించినాము. ఈ వ్యాసాలు ముఖ్యంగా ఇంటర్మీడియట్ స్థాయిలోని విద్యార్థులకు అవగాహన అయ్యే లైల్లో వ్రాయబడ్డాయి.

అర్థవంతమైన సదవగాహనకై ఈ జీవశాస్త్ర వ్యాసాలు ఒక క్రమరీతిలో ఇవ్వబడినవి. ఇందు భూమిమీద జీవులు ఉద్భవించి, పరిణామంచెంది, వృక్ష, జంతు రాజ్యాంలలో ఏర్పడిన వైవిధ్య విధానము, జన్యుశాస్త్ర విషయాలు, కణసంబంధాలు, వృక్ష, జంతు శరీరధర్మ శాస్త్రవిషయాలు, జీవుల అభివృద్ధి, పెరుగుదల వార్ధక్య పద్ధతులు, జీవా

వరణ సంబంధాలు మొదలగు విషయాల గురించి సంక్షిప్తంగా వ్రాయబడినది. అంతేకాకుండా జీవ శాస్త్రానికి మానవునితోగల సన్నిహిత సంబంధము గూడ ప్రస్తావింపబడినది. ఈ వ్యాసావళిలో జీవ శాస్త్రమును అనుప్రయుక్త విజ్ఞానశాస్త్రంగా భావించడం ఒక నూతన విశేషం. ఇందులకు ఉదాహరణలు : “మనిషి-సూక్ష్మజీవులు”, “మొక్కల జబ్బులు-నివారణ పద్ధతులు”, “వన్యమృగ సంరక్షణ”, “మొక్కలు-వాటి పరిరక్షణ” మొదలైనవి.

ఈ వ్యాసావళిలో ఇంటర్మీడియేట్, ఆక్రింది తరగతుల పాఠ్య ప్రణాళికలలో చేర్చని అనేక అంశాలు వ్రాయబడ్డాయి. కనుక ఈ వ్యాసాలు విద్యార్థుల మనోవికాసానికి తోడ్పడతాయని ఆశిస్తున్నాము.

డా: వి. యస్. రామ్దాస్  
సంపాదకులు.

## 64. జీవసృష్టి

విజ్ఞానశాస్త్రము వినుపీఠిలో విహరిస్తున్న నేటి వైజ్ఞానికయుగంలో, ఈ ప్రపంచమునందలి జీవోత్పత్తిని గూర్చి తెలుసుకొనుట ఎంతేని ఆవశ్యకము. ఏలయన, జీవసృష్టియే వైజ్ఞానిక విషయములకు, తాత్విక విషయములకు, ఆధ్యాత్మిక విషయములకు, మూలాధారమగుచున్నది. విజ్ఞానశాస్త్ర వేత్తలు చేసిన వర్గీకరణ ప్రకారముగా జీవసృష్టి నాలుగు ముఖ్యాంశంపై ఆధారపడి యున్నది :

1. భూమిమీద జీవసృష్టి జరుగుటకు కారణము, భౌతికరసాయనిక శాస్త్రములకంటె, మన కంటికి కనపడక, మన వెనుకనే ఎల్లప్పుడూవుండి సృష్టిని నడిపించుచున్న మానవాతీతమైన ఒక మహత్తర శక్తియొక్క లీలావిలాసమే.

2. జీవము సహజ సిద్ధముగా - శీఘ్రతరముగా అప్రాణి పదార్థములమీద స్వల్పపరిమాణములో ఉండి, క్రమముగా జీవసృష్టి అభివృద్ధికి దోహదం చేసింది.

3. జీవము శ్వాశతమైన ఒక పదార్థము దానికి ఆద్యంతములు లేవు. భూమి సృష్టింపబడిన కాలముననో, లేక కొలదికాలము తరువాతనో ఈ జీవం భూమిపై ప్రవేశించింది.

4. భూమి సృష్టింపబడిన కొలది కాలము తరువాత, ఈ భూమిపైన క్రమముగా, వదలకుండా, తరచు జరుగుచుండిన కొన్ని రసాయనిక చర్యల మూలమున జీవసృష్టి జరిగినది. ఈ రసాయనిక చర్యలు ఒకేకాలమున జరిగి జీవసృష్టి జరిగియుండవచ్చును. లేదా ఇటువంటి రసాయనిక చర్యలు కొన్ని సమ్మిళితములై, లేదా తఱచు జరగని కొన్ని రసాయనిక సంఘటనలు కలిసి జీవసృష్టి జరిగి యుండవచ్చును.

సిద్ధాంతము - 1 : జీవసృష్టిని గూర్చి వేదాంత శాస్త్రములు, తత్వశాస్త్రములు పారంపర్యముగా వెలిబుచ్చుచున్న అభిప్రాయములు సమకాలీన విజ్ఞాన శాస్త్రము వెలిబుచ్చుచున్న కారణములతో కొలదిగ విభేదించియున్నవి.

సిద్ధాంతము - 2 : జీవసృష్టి మానవాతీతమైన ఒక మహత్తర ఆదృశ్యశక్తి మూలమున జరిగినదని కొన్ని వేల సంవత్సరములనుండి మానవులు అభిప్రాయ పడుచుండిరి. కాని 17 వ శతాబ్దమున అందుకు భిన్నముగ కొన్ని ప్రతిపాదనలు బయలుదేరినవి.

జున్ను, కలపసామగ్రులు మొ. వాని నుండి క్రిమి కీటకాదులు ఉద్భవించినవనియు; పశువుల పేడనుండి పేడ పురుగు, కందిరిగలు జనించినవనియు; సీతాకోకచిలుకలు, మిడుతలు, గుల్ల చేపలు, నల్లలు, పాములు, చేపలు, మొదలగు ప్రాణులు క్రుశ్చిన పదార్థములనుండి పుట్టినవనియు ఊహలు బయలుదేరినవి. కాని ఈ ఊహలు నిరారములని, అపేక్షకములని తరువాతి విజ్ఞాన శాస్త్ర వేత్తలచేత త్రోసివేయబడినవి.

17 వ శతాబ్ది మధ్య ప్రాంతమున విలియమ్ హేవేరి (William Haverly) అనునతడు “పున

రుత్పత్తి” మీదచేసిన పరిశోధన ఫలితముగ జీవసృష్టి “అండము” నుండి సంభవించుచున్నదని కనుగొనెను. తరువాత కాలమున ఎఫ్. రీడి (Francesco Redi) అను ఇటాలియన్ వైద్యుడు క్రుశ్చుతున్న మాంసముమీద బయలుదేరు ‘మాగట్’లు ఆనునవి. ఆ మాంసము మీద ఈగలు ఉంచిన గ్రుడ్ల వలననే రూపొందునని నిరూపించినాడు.

ఈ 17 వ శతాబ్దములోనే, పిల్లలను ఈని పాలిచ్చి, పెంచు జంతువుల పునరుత్పత్తికి పురుష బీజము (Spermatozoa) అవసరమని స్పల్లాజిని (Spallazani) అను నతడు ఆధారములు చూపించినాడు. కనుక యాదృచ్ఛికఉత్పత్తి వాదము నశించినది. పెద్దపెద్ద జంతువులు గ్రుడ్లనుండి ఉత్పత్తి యగుచున్నవని నిరూపించినప్పటికి వాటి కన్న సూక్ష్మాతి సూక్ష్మమైన సూక్ష్మక్రిమీలు కూడా ఉత్పత్తి యగుచున్నవి; కాని ఇవి గ్రుడ్లనుండి కాదు. అవయవరహిత జీవములనుండి ఈ సూక్ష్మక్రిమీలు ఉత్పత్తియగుచున్నవి.

1850 వ సం॥ ప్రాంతమున లూయీ పాశ్చరు, ఎఫ్. పోర్చెట్ (F. Pourchet) ల మధ్య ఈ జీవసృష్టిని గూర్చి భిన్నాభిప్రాయములు బయలుపడినవి. లూయీ పాశ్చరు-ఎటువంటి సూక్ష్మాతి సూక్ష్మములైన పాణులైనను గాలిలో తేలియాడుచుండిన మూల జీవములనుండియే ఉత్పత్తియైనవనుటకు ఆధారములను సయితము చూపించెను. కాని ఎఫ్. పోర్చెట్ జీవసృష్టి మొదట యాదృచ్ఛికముగనే జరిగియుండుననియు, లేకున్న మొట్టమొదట వేరువిధముగ శూన్యమైన ఈ భూమిమీద జీవసృష్టి జరుగుటకు వీలుండదనియు తన అభిప్రాయమును తెలిపెను.

సిద్ధాంతము - 3 : 19 వ శతాబ్ది అంతమున ఈ జీవసృష్టిని గూర్చి మరియొక వాదము బయలుదేరి అది మిక్కిలి ప్రాచుర్యముతోనికి వచ్చినది. ముఖ్యముగా ఎస్. ఎరిహెనియస్ (S. Arihenius)



అనునతడు పాన్ స్పెర్మియా (Panspermia) సూక్ష్మ ప్రాణులనుండి, సూర్యకిరణములలోని ఉష్ణ వీడన శక్తివలన, భూమి మీదికి మెల్లమెల్లగా చేరుకొన్న “స్పోర్స్” మూలమున జీవసృష్టి జరిగినదని నాడు. భూమికి ఎగువనున్న శూన్య ప్రదేశములో తేలియాడుచున్న సూక్ష్మ ప్రాణులు సూర్యరశ్మిలోని ఉష్ణవీడన శక్తి వలన, తన చుట్టూ ఆవరించిన వాతావరణ పరిస్థితులవలన, ఏ మాత్రము మార్పు చెందక నశించక భూమిపై ప్రవేశించును. తరువాత ఈ స్పోరుల మూలముననే జీవసృష్టి జరిగినది.

లూయీ పాశ్చర్ ప్రతిపాదనలు ఇతర శాస్త్రజ్ఞులను జీవసృష్టిని గూర్చి పరిశోధించు విషయమున నిరుత్సాహ పరచినవి. అదియుగాక వీరు జీవసృష్టి విషయమున మతసంబంధములైన విషయములను పూర్తిగా విడనాడుటకు ఇష్టపడకుండిరి. డార్విన్ జీవసృష్టిని గూర్చి సమగ్రమగు రూపము

నివ్వలేదు. అందువలన మరికొందరు 4వ సిద్ధాంతమును సూచించిరి. హక్స్లీ (Huxley), జాన్ టిందార్ (John Tyndall) అను శాస్త్రవేత్తలు జీవసృష్టి అవయవ రహితములైన రసాయనిక జీవ పదార్థములనుండి జరిగినదని ఊహించిరి.

**పురాతన వాతావరణము :**

జీవసృష్టిని గూర్చి ఊరకే ఆలోచించుట నిష్ప్రయోజనమని డార్విన్ అభిమతము. నక్షత్రములలోపల తరచు జరుగుచుండిన ప్రేలుడుల వల్లను, తెర్రో న్యూక్లియర్ చర్యల మూలమునను రసాయనిక సమ్మేళనముల ఉత్పత్తి జరిగి, ఇవి హైడ్రోజన్, హీలియమ్ల కన్న బరువును కలిగి, నక్షత్ర అంతర ప్రదేశము (Interstellar-medium) లోనికి పంచిపెట్టబడగ, మరల వాటినుండి నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఏర్పడినవి.

**పట్టిక I వివిధ మూలకముల లభ్యత (శాతములలో)**

మూలకము	జగత్తులో శాతము	జీవ వృక్ష జాతులలో శాతము	భూమిలో శాతము
హైడ్రోజన్	87	16	3
హీలియమ్	12	0	0
కార్బన్	0.03	21	0.1
నైట్రోజన్	0.008	3	0.0001
ఆక్సిజన్	0.06	59	49
నియాన్ (neon)	0.02	0	0
సోడియం	0.0001	0.01	0.7
మెగ్నీషియమ్	0.0003	0.04	8
అల్యూమినియమ్	0.0002	0.001	2
సిలికాన్	0.003	0.1	14
సల్ఫర్	0.002	00.2	0.7
ఫాస్ఫరస్	0.00003	0.03	0.07
పొటాసియం	0.000007	0.1	0.1
ఆర్గాన్ (argon)	0.0004	0	0
క్వార్ట్జ్	0.0001	0.1	2
ఐశన్	0.0007	0.005	18

ఈ పట్టికను పరికించిన భూమిపైనున్న పరమాణువులును, విశ్వవ్యాప్తములైన పరమాణువులును ఒక నిష్పత్తిలో కలసి జీవస్పృష్టికి కారణమైనవని తెలియనగును. మాటికి తొంద్రైతొమ్మిది పాళ్లు విశ్వమును, జీవమును ఆరు మూలపదార్థములచేత ఏర్పడి యుండునని చాలమంది ఊహ. అవి ప్రోటోజన్, హీలియమ్, కార్బన్, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, నియాన్.

గురువు (Jupiter), శని (Saturn), యూరేనస్ (Uranus), నెప్ట్యూన్ (Neptune) భూమికన్నను ఒక దానికి ఇంకొకటి చాందగ్గరగా యున్నవి. ఇవి ప్రోటోజన్, హీలియమ్ అను వాయువులచే నిండియున్నవి. వీని యందు మీథేన్ (Methane), అమ్మోనియా వాయువులు స్వల్ప పరిమాణములలో వున్నవని కనిపెట్టబడినవి. నియాన్ (Neon), నీరు కూడా వున్నవని అనుమానించబడుచున్నది. ఈ పరిస్థితుల మూలమున, మిగిలిన గ్రహములలో విశ్వ వ్యాప్తమైన వాతావరణము ఒక క్రమబద్ధమైన, నిష్పత్తితో కూడిన కొన్ని పదార్థముల కలయికచే ఏర్పడినదని స్పష్టముగా చెప్పబడుచున్నది. ఈ పదార్థములు చాల ఎక్కువ పరిమాణములో నుండుటయే కాక సూర్యునికి చాలా దూరముగా ఉండుట వలన వీనిపై నుండు వాతావరణము చాలా చల్లగా నుండును. కనుక ఈ గ్రహములపైనున్న వాతావరణముయొక్క ఆకర్షణశక్తి నుండి తప్పించుకొనుట అణువులకు సాధ్యపడదు. సౌర అంతరవ్యవస్థ (Inter-solar system) యందు భూమి యను ఇతర గ్రహములును అత్యంత స్వల్ప పదార్థములతో నిండి పైనున్న వాతావరణముకన్న చాలా వేడిగానుండును. గ్రహములు ఏర్పడినప్పుడు ప్రోటోజన్, హీలియమ్ మరియు కొన్ని బరువైన వాయువులు వెలువడును. కనుకనే భూమి ఏర్పడినపుడు, భూమిపై ఎక్కువ పరిణామమున

ప్రోటోజన్ వాయువు వుండినదను ఊహసరియైనదిగా చెప్పనగును. ఈవిధముగా భూమిపైన కార్బన్, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ అణువులు మొట్టమొదట కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ( $\text{CO}_2$ ), నైట్రోజన్ ( $\text{N}_2$ ), ఆక్సిజన్ ( $\text{O}_2$ )లుగా గాక హైడ్రోజన్తో మాత్రమే నిండి యుండి ( $\text{CH}_4$ ) ద్రవములుగా వుండినవి.

1920వ సంవత్సరమున జె. బి. యన్. హాల్డేన్ (J. B. S. Haldane) అను బ్రిటన్ దేశస్థుడును ఎ.ఐ. ఓపారియన్ (A. I. Oparian) అను సోవియట్ దేశస్థుడును ఇప్పుడు భూమిమీద ఆక్సిజన్తో నిండిన ఈ వాతావరణమున జీవపరమాణువుల ఉత్పత్తి అనేక రకములుగా జరుగుచున్నదని గుర్తించినారు. ఈ జీవ పరమాణువులన్నియు ఒకేవిధమైన సంయోగమును పురాతన భూమిమీద చెందినవి. వాటిని గూర్చి పరిశోధింప ప్రయత్నించుట అంత అవశ్యకము గాదు. ప్రస్తుత వాతావరణమున ఆక్సిజన్, పచ్చని వృక్షములలోని కిరణజన్య సంయోగక్రియ వలన తయారు చేయబడుచున్నది. ఈ పరమాణువు కార్బన్ డైఆక్సైడ్, నైట్రోజన్, నీరుగా ఆక్సికరణము ఆగుట, కొన్ని భౌగోళిక పరిస్థితులపై ఆధారపడి యుండును. మొట్టమొదటి సూక్ష్మజీవులు (Micro-organisms) తమకన్నముందున్న ఒక జీవపదార్థముచే ఏర్పడినవని డార్విన్ మహాశయుడు గుర్తించినాడు.

**సూక్ష్మ జీవపరమాణువుల ఉత్పత్తి :**

1953వ సంవత్సరమున హెచ్. సి. యూరె (H. C. Urey) పర్యవేక్షణలో ఎన్. మిల్లర్ (S. Miller)చే పురాతన పరిస్థితులను గూర్చి ప్రయోగము చేయబడినది. మీథేన్, అమ్మోనియా, నీటిఆవిరి, ప్రోటోజన్ వాయువుల మిశ్రమమును ఒకగాజు పాత్రలో నుంచి, దానికి ఒక గాజుగొట్టమును అమర్చి, ప్రక్కన కరోనా దీపము ఉంచబడినది. ఈ వెలుగు నిరంతరము విద్యుత్ ఉత్పర్యమువలన

ఏర్పడును. ఈ విధమైన ఉత్పన్నము పురాతన కాలమున భూమిమీద ఒకవేళ ఎక్కువగాయుండి ఉండవచ్చును. ఇప్పటి జీవులలో కనిపించుచున్న ఎమైన్లు, ప్రోట్రాక్సి ఆమ్లాలు మొదలైన, అనేక ఇతర సేంద్రియ పదార్థములను ఇటువంటి ప్రయోగముల వలన తయారు చేసినారు. ఈ ప్రయోగముల ఆధారముగా కాలక్రమమున ఎమైన్ ఆమ్లమును ఉత్పత్తి చేయు ప్రయోగములు ఉన్నత పాఠశాల విద్యార్థులచే అనేక పర్యాయములు చేయబడుచున్నవి.

సి. సగన్ (C. Sagan) పండితుడును అతని మిత్రులును పురాతన భూమిమీద ఉత్పన్నము కన్న, అల్ట్రావయోలెట్ కిరణాలు యింకా శక్తి వంతముగా ఉండినవనిరి. ఇంకను మీథేన్, అమ్మోనియా, నీరు, కార్బన్ డయాక్సైడుల మిశ్రమము మీద అల్ట్రావయోలెట్ కిరణాల చర్యను జరిపిన ఎమైన్ ఆమ్లములు మొదలైన అనేక రకములైన సరళ సేంద్రియ పదార్థములు ఏర్పడుతాయని ప్రయోగాత్మకముగా వారు నిరూపించినారు. ఈ ఎమైన్ ఆమ్లము హైడ్రోజెన్ సైనైడ్ (Hydrogen Cyanide) లోను, అల్డిహైడ్స్ (Aldehydes) అను వాయువులోను కలియుచున్నది. ప్రతిజీవిలోను ఎమైన్ ఆమ్లము చాలినంతగా ఉండుట ఎంతేని విశేషము. దీనిని ప్రయోగశాలలో పురాతన పరిస్థితులను సృష్టించి తయారు చేయవచ్చును.

ఇది నిరింద్రియ ఉత్తేజకముల సమక్షమున లవణ రూపముగా నుండునపుడు ఫార్మల్డిహైడ్ను (Formaldehyde)- యాదృచ్ఛికముగా-సమకాలీన జీవుల అవయవ నిర్మాణమునకు అవశ్యకమైన న్యూక్లిక్ ఆమ్లము (Nucleic acid) కు ప్రధానమైన-కార్బన్ సుగర్ (Carbon sugar), గ్లూకోజ్ (Glucose), ఫ్రక్టోజ్ (Fructose) మొదలగు ఆరు విధములైన చక్కెర (Sugar) లను ఉత్పత్తి చేయును. వేరొక సదృశ మార్గమున హైడ్రోజన్ సైనైడ్ (Hydrogen cyanide) లవణస్థితిలో

నుండినపుడు జె. ఓరో (J. Oro) - న్యూక్లియోటైడ్ బేస్ ఆడినైన్ (Nucleotide base adenine) లను ఉత్పత్తి చేసెను. సి. పోన్నమ్ పెరుమ (C. Ponnamm peruma) యు, ఎల్. ఓర్గెల్ (L. Orgel) ను వారి సహచరులను కృషిచేసి ప్రయోగశాలలో పురాతన భూమిమీదనున్న వాతావరణ పరిస్థితులు సృష్టించి - ఇతర న్యూక్లియోటైడ్ బేస్ (Nucleotide base) లను, మరియు పోర్ఫిరిన్ (Porphyrin) లను ఉత్పత్తి చేసిరి. ఈ అణువుల ఉత్పత్తిని గూర్చి ఒక స్థిరమైన అభిప్రాయమును ఏర్పరచు విషయముపై యింకను వాదోపవాదములు కొనసాగుచుండినను, 1980 వ సంవత్సరమున అవయవ నిర్మాణమున కావశ్యకములైన ప్రోటీనులు (Proteins), కార్బోహైడ్రేటులు (Carbohydrates) న్యూక్లిక్ ఆమ్లము (Nucleic acid) - సాధారణ పురాతనపరిస్థితులు ప్రయోగశాలలో సృష్టింపబడిన ఫలితముగా ఉత్పత్తి చేయబడినవి.

### అణువుల జోతపత్తి :

ఎమైన్ ఆమ్లము (Amino acid), చక్కెర (sugar), న్యూక్లియోటైడ్ (Nucleotide) ల నుండి ప్రోటీను (Protein), కార్బోహైడ్రేట్ (Carbohydrate) లేక కేంద్రకామ్లపు (Nucleic acid) అణువులను ఉత్పత్తి చేయుట కష్టతరమైన ప్రయోగము. ఈ అణువుల జీవరస చర్యలే నిర్జలీకరణము (Dehydration) అనబడును. ఈ చర్య జరుగునపుడు నీటి పరమాణువు నశించును. కొన్ని నిర్జలీకరణ (Dehydrating agent) లను వాడనిదే జల ద్రావణము (Aqueous solution) నందు నిర్జలీకరణము (Dehydration) యాదృచ్ఛికముగా జరుగదు. యన్. ఫాక్స్ (S. Fox) చే ఎమైన్ ఆమ్లపు (Amino acid) అణువుల జీవరసము, పొడవైన ప్రోటీను (Protein) పరమాణువులుగా, నిర్జలీకర

జము(Dehydrating)ద్యారాతయారుచేయబడెను. ఈ విధముగ తయారుచేయబడిన పోలీ ఎమైనో ఆమ్లములు (Poly amino acids) కూడా ఒక నిర్ణీత రూపముననే యుండును; కొన్ని ప్రత్యేక ఉత్పేరక గుణకములనుకూడ అవి కలిగియుండును. ఎటులయినప్పటికి భూ భౌతిక సామాన్యము (Geophysical generality) లాంటివి కొన్ని ప్రశ్నలకు తావిచ్చుచున్నవి. హైడ్రోజన్ సయనైడ్ (hydrogen cyanide), అన్ హైడ్రోన్స్ (Anhydrons) ఆమ్మోనియా ద్రవము (Liquid Ammonia), ల నుండి పొడవైన ఎమైనోఆమ్లపు (Amino acid) అణుపుంజాలను తయారుచేయవచ్చును. అతినీల లోహిత వికిరణము (Ultra Violet irradiation) వలన ఫాస్ఫేట్ (Phosphate) లేక సయనైడ్ (Cyanide) సమక్షమున నూక్లియోటైడ్ బేస్ (Nucleotide base) ను చక్కెర (Sugar) లను ఒకటిగా కలుపవచ్చుననుటకు కొన్ని ఆధారములు కనబడుచున్నవి. కృత్రిమ పురాతన పరిస్థితులలో సాంద్రీకరణలు(Condensing agents), సైనమిడ్, (Cynamide) మున్నగు వాటిని తయారు చేయవచ్చును. అయినను నీటిచేత వాటిమధ్య నుండే పరమాణువులు విడగొట్టబడినను అణుపుంజీకరణమునకు సాంద్రీకరణలు (Condensing Agents) లు ఎక్కువగా ప్రేరేపించును. ఈవిధముగానే ఎమైనో ఆమ్లపు (Amino acids) అణుపుంజాలను, చక్కెరలను (Sugars) నూక్లియోటైడ్లను (Nucleotides) తయారు చేయవచ్చును.

జె. డి. బెర్నాల్ (J. D. Bernal), బంకమట్టి (clay) లేక ఇతర ఖనిజముల మీద అణుమధ్యస్థములు (Molecular intermediates) గాథముగా అధిశోషణ చెందుతాయని ప్రతిపాదించినాడు. ఈ గాథత వలననే జీవమున ప్రాముఖ్యమైన అణుపుంజాలు నీటినుండి విడగొట్టబడినవను అభిప్రాయ

మునకు తావేర్పడినది. ఇంకను పరికించిన ఇటువంటి గాథత ఫాస్ఫేట్ (Phosphate) నందు కూడా వున్నది. ఎటులన జీవగాఢ యాంత్రికముల (Biological Concentration machanisms) కన్నముందే ఫాస్ఫేట్లు (Phosphates) పూర్వ జీవపరమాణువులచే కలసిపోయినవి. చాలాలోతైన నీటిలో ఎక్కడ అల్పా వయోలెట్ కిరణాలు ప్రసరింప బడినవో అక్కడ ఖనిజ ఉత్పేరకముల సాయమున జీవసంయోగము జరుగును.

గాఢ యాంత్రికము కంటే ఆదిమజలము ఒక ప్రత్యేకతను కలిగియున్నది. అది జీవ పరమాణువులకన్న బాహీనమైన, పలచనైన, ద్రవము కాదు. జీవ పరమాణువుల వలె భూమిపై నున్న కార్బను అంతయు పురాతన సముద్రము మీద చేరిననూ, లేక జీవ పరమాణువులను తయారుచేయు అనేక అల్ప వయోలెట్ కిరణముల సంయోగ చర్యలు ఒక బిలియను సంవత్సరము వరకు జరిగిననూ కేవలము ఒక్క శాతము జీవ పరమాణువులు మాత్రమే ఫలితము నొంది యుండెడివి. ఈకారణము వలనే జే.బి.యన్. హాల్డేన్ (J.B.S. Haldane) జీవోత్పత్తి గాఢత ఏర్పడిన విధానము ఉష్ణ సజల చోష్యము (Hot dilute soup) వలన జరిగినదనినాడు. ఇంకను అదనముగా అప్పటికి వ్యాపించియున్న గాఢయాంత్రికము అనగా నీటి ఆవిరి ఘనీభవించి యున్నమడుగుల మధ్య నున్న ప్రదేశములలో అధిశోషణ కోఆసర్వేట్స్ (Coacervates) ల లాంటి కొల్లాయిడల్ సముచ్చయము (Colloidal aggregates) ల ఉత్పత్తి దీనికి సాయపడినది.

**జన్మ్య సంకేతోత్పత్తి :**

ఇంతవరకు మనము జీవోత్పత్తికిని, వాని అణుపుంజముల మీద ఉత్పత్తికిని, పురాతన భూమిపై జరిగిన కొన్ని పదార్థముల క్రమబద్ధమైన సంయోగము కారణమని తెలిసికొంటిమి. జన్మ్య నిర్వచన

ప్రకారము ప్రాణి - తనవంటి దానిని ఉత్పత్తి చేయగలదియు, అనేకరకములైన అణువులతో నిండినదియు, వాతావరణానికి అనుగుణముగా నడచు కొనగలదియు అయియుండవలెను. సమకాలీన జీవ కణములలోని న్యూక్లిక్ ఆమ్లము (Nucleic acid) లే వేరొక కణమును ఉత్పత్తి చేయుటకున్ను, కణములు మాత్రు చెందుటకున్ను కారణములు. ఎ. కార్న్ బెర్గ్ (A. Kornberg), ఎన్. ఒచావా (S. Ochoa), ఎన్. స్పిగెల్ మన్, (S. Spiegelman) మున్నగు వారి ప్రయోగములు-జీవసృష్టికి కారణమైన ప్రత్యేకమైన ఎన్ జైమ్ నుండి న్యూక్లియోసైడ్ ఫాస్ఫేట్ (Nucleoside Phosphate) ను, దాని నుండి పోలి న్యూక్లియోటైడ్ ల (Poly Nucleotides)ను ఉత్పత్తి చేసినవి. ఎప్పుడయితే ఈ న్యూక్లియోటైడ్లు యాదృచ్ఛికముగా తయారు అయ్యేనో అప్పుడవి తరువాతి మార్పులకు మొదట నిలిచి పనిచేయును

పురాతన సముద్రము, ఉత్తరకములుగా పని చేయు న్యూక్లియోసైడ్ ఫాస్ఫేటులతోను, తగినటువంటి ఖనిజలవణముల ఉపరితలములతోను నిండి యున్నదని ఊహింతుము. సరియైన పింజైములు లేకపోయినప్పటికీ, ఈ సమయమున యాదృచ్ఛికముగా “న్యూక్లియోసైడ్ ఫాస్ఫేటు” లు న్యూక్లియోటైడ్లు గా మార్పుచెందును. ఇప్పుడు కూడా

పింజైములు లేకపోయినను మొట్టమొదట ఉత్పత్తి చేయబడిన పోలి న్యూక్లియోటైడ్ ((Poly Nucleotide), స్వయం పునరుత్పత్తికి సహాయకారిగా పనిచేయును. కాలక్రమేణా ఈ పునరుత్పత్తి కొన్ని మార్పులకు కట్టుబడియుండి వారసత్వముగా పరిణమించును. స్వయం పునరుత్పత్తిని చేయగలిగి, అనేక రకములయిన పరమాణువులతో నిండిన పోలి న్యూక్లియోటైడ్లున్ను, జీవసృష్టికి కావలసిన ఇటువంటి పరమాణువులున్ను, ఈవిధముగా ఉద్భవించి యుండును. క్రమక్రమముగా పురాతన వారసత్వ పదార్థము, మరికొన్ని పరమాణువులతో కలసి, జీవసృష్టి జరిపియుండవచ్చును.

#### FURTHER READING

1. Calvin, Melvin. Chemical Evolution; Oxford University Press, New York. 1969.
2. Fox S. W. Ed. The Origins of Pre-biological systems, Academic Press Inc., New York. 1956.
3. Kenyon, D. H. and G. Stetman. Bio-Chemical Predestination; McGraw Hill, Inc., New York 1969.

డా॥ పి. మల్లికార్జున స్వామి

## 65. మొక్కలు - వాటి వైవిధ్యము

ఆర్థవంతమైన సదవగాహన కొరకు, రూపురేఖలలో భిన్నత్వం ప్రదర్శించే వృక్ష రాజ్యాన్ని మిగిలిన జీవరాసులనుండి వేరుచేసి దానికి ప్రత్యేక స్థానం ఇవ్వవలసిన అవశ్యకతను ఇటీవల, శాస్త్రజ్ఞులు గుర్తించారు. ఆధునిక జీవ విజ్ఞానము సాధించిన ప్రగతినిబట్టి జీవ పరిణామములో వివిధ జీవుల

మధ్యగల సంబంధ బాంధవ్యాలను పరిశీలిస్తే, జీవకోటిని జంతువులు, మొక్కలు అనే రెండు విస్తృత రాజ్యాలుగా వర్గీకరణం చేయడం తృప్తికరంగా లేదన్న విషయం స్పష్టమౌతుంది. శరీర నిర్మాణంలో బాగా పరిణతి చెందిన జంతువులకు, మొక్కలకు, మధ్యగల విభేదాలను మనం సుల

భంగా గ్రహించవచ్చును. ఈ రెండిటి మధ్య అసందిగ్ధంగా ఉన్న అనేకములగు ఏకకణజీవులు, పోషణ పద్ధతులలోను, కణ నిర్మాణంలోను, చాల భిన్నత్యాన్ని చూపిస్తాయి. కనుక వర్గీకరణలో వీటిస్థానం అసందిగ్ధంగా ఉండటంవల్ల వాటిని సమీకరించి మూడవ రాజ్యంగా పరిగణించాలని 1894 వ సంవత్సరములో హేక్సెల్ (Haeckel) సూచించాడు. అటు జంతు రాజ్యానికి, ఇటు పుష్కరాజ్యానికి చెందక, రెండింటి లక్షణాలను కలిగి ఉన్న బాక్టీరియంలను, శైవలాలను శిలీంధ్రాలను, ప్రోటోజీవాలను, కలిపి ప్రోటిస్టా అనే మూడవ రాజ్యాన్ని ఆయన ప్రతిపాదించాడు. కాని అట్టి వర్గీకరణ విధానంలో మొక్కలలో (Typical) ఏకకణమును, బహుకణమును, అంటే స్వచ్ఛంగా కనిపించే సంపూర్ణ కేంద్రకాలనూ, స్వయంగా ఆహారం తయారుచేసుకోగల మొక్కలు, అంటే ముఖ్యంగా శైవలాలు కణ నిర్మాణంలో అతి పురాతనత్యాన్ని చూపిస్తూ, పరాన్నభోక్తలుగా ఉండి, అసంపూర్ణ కేంద్రకంఉన్న జీవులైన బాక్టీరియాలు, జిగురు బూజులు, శిలీంధ్రాలు, అను వానినీ అన్నింటినీ ప్రోటిస్టా అనే ఒకే రాజ్యంగా పరిగణించడం తృప్తికరంగా లేకపోవుటచేత, జీవశాస్త్రజ్ఞులు పుష్కరాజ్యాన్ని నాలుగు ప్రత్యేక భాగాలుగా విభజించారు.

- అవి :- 1. మొనిరా (Monera)  
2. ప్రోటిస్టా (Protista)  
3. శిలీంధ్రాలు (Fungi)  
4. మొక్కలు (Plants)

ఈ ఒక్కొక్క తరగతికి చెందిన జీవులు స్వచ్ఛమైన విభేదన స్వభావాలను చూపిస్తాయి. కనుక వాటిని నాలుగు రాజ్యాలుగా పరిగణించారు. ఈ నాలుగు రాజ్యాలకు సంబంధించిన జీవుల మధ్య విభేదనములు ఈక్రింది విధంగా ఉంటాయి.

### 1. మొనిరా (Monera) :

ముఖ్యంగా ఏకకణజీవులైన బాక్టీరియంలు,

నీల హరిత శైవలాలు ఈ రాజ్యంలోనికి వస్తాయి. ప్రోకేరియాట్ కణపు స్వభావంగల జీవులన్నీ ఈ రాజ్యంలోనికి వస్తాయి. ఈ రాజ్యంలో ఉన్న జీవుల కణాల్లో కేంద్రకము త్వచరహితంగా ఉంటుంది. అంతేకాకుండా బాగా పరిణతి చెందిన మొక్కల కణాల్లో ఉండే మైటోకాండ్రీయాలు, ప్లాస్టిడులు మొదలైన కణాంగాలు, ఈ జీవుల కణాల్లో ఉండవు. పోషణరీత్యా వాటిలో కొన్ని - అంటే ముఖ్యంగా శైవలాలు-స్వయం పోషకాలైనప్పటికీ, ఈ రాజ్యంలోని అసంఖ్యాకములైన జీవులు శోషణ విధానాన్ని అవలంబిస్తాయి. ఈ విధానం ఈ జీవుల ప్రధాన లక్ష్యంగా పేర్కొన్నారు. అంతేకాకుండా త్వచరహిత కేంద్రకము ఈ రాజ్యం యొక్క ప్రధాన లక్షణం. ఈ రాజ్యానికి చెందిన కణాల్లో అసంపూర్ణ కేంద్రకం ఉంటుంది.

### 2. ప్రోటిస్టా (Protista) :

అత్యధిక సంఖ్యలో ఏకకణ జీవులను, కొద్ది పాటి బహుకణ జీవులను ఈ రాజ్యంలో చేర్చారు. ఈ రాజ్యంలోని బహుకణ జీవులు వాటి శరీర నిర్మాణంలో చెప్పకోదగ్గ అంగవిభేదాన్ని ప్రదర్శింపవు. ఈ రాజ్యంలోని జీవులు అత్యధిక సంఖ్యలో జలవాసములై ఉంటాయి. నీలి, ఆకుపచ్చ శైవలాలు మినహా అన్ని రకాల శైవలాలను, ప్రోటోజీవాలను ఈ వర్గంలోనికి వస్తాయి. కాని కొంతమంది శాస్త్రజ్ఞులు ఏకకణాలుగల శైవలాల్ని, మరియు ప్రోటోజోవాల్ని మాత్రమే ఈ రాజ్యంలో చేర్చాలనీ, బహుకణాలుగల మిగిలిన శైవలాలను పుష్కరాజ్యంలో చేర్చాలనీ సూచించారు. ఈ రాజ్యంలోని జీవులు విభిన్న శోషణవిధానం కలవిగా ఉన్నాయి. వాటిలో కొన్ని స్వయం పోషణ పద్ధతిని అవలంబిస్తాయి.

### 3. శిలీంధ్రాలు (Fungi) :

శిలీంధ్రాలను పుష్కరాజ్యంలోని ఖాలోప్లాటా భాగంలోని, ఒక ఉపభాగంగా పరిగణిస్తూ వచ్చారు.

ఈ జీవులు వాటి శరీరాకృతిలోను, పోషణవిధానము లోను చాల ప్రత్యేకములైన లక్షణాల్ని చూపిస్తాయి. కనుక వాటిని ఒక విశిష్ట రాజ్యంగా పరిగణించారు. వీటి కణాలు సంపూర్ణ కేంద్రకాలు కలిగి, బహు కేంద్రకయుతముగా ఉంటాయి. తమ కణాల్లో పత్రహరితం లేకపోవడంవల్ల ఈ శీలీంధ్రాలు పర పోషిత జీవులు.

#### 4. మొక్కలు (Plants) :

ఈ రాజ్యానికి చెందిన జీవులు బహుకణ నిర్మితాలు. వీని కణాల్లో సంపూర్ణమైన కేంద్రకం వుంటుంది. ఆ కణాలు కవచము కలిగి ఉంటాయి. కిరణ జన్య సంయోగ క్రియలో తోడ్పడు వర్ణద్రవ్యాలు, హరిత రేణువులు అనే కణాంగాలలో పొందు పరుప బడి ఉంటాయి. ఈ రాజ్యానికి చెందిన జీవులన్నీ స్వయంపోషకాలు. ఈ జీవులను పత్రహరితంలేని పరపోషిత జీవులనుండి సుఖపుగా విడదీయవచ్చును.

#### 5. జంతు రాజ్యము

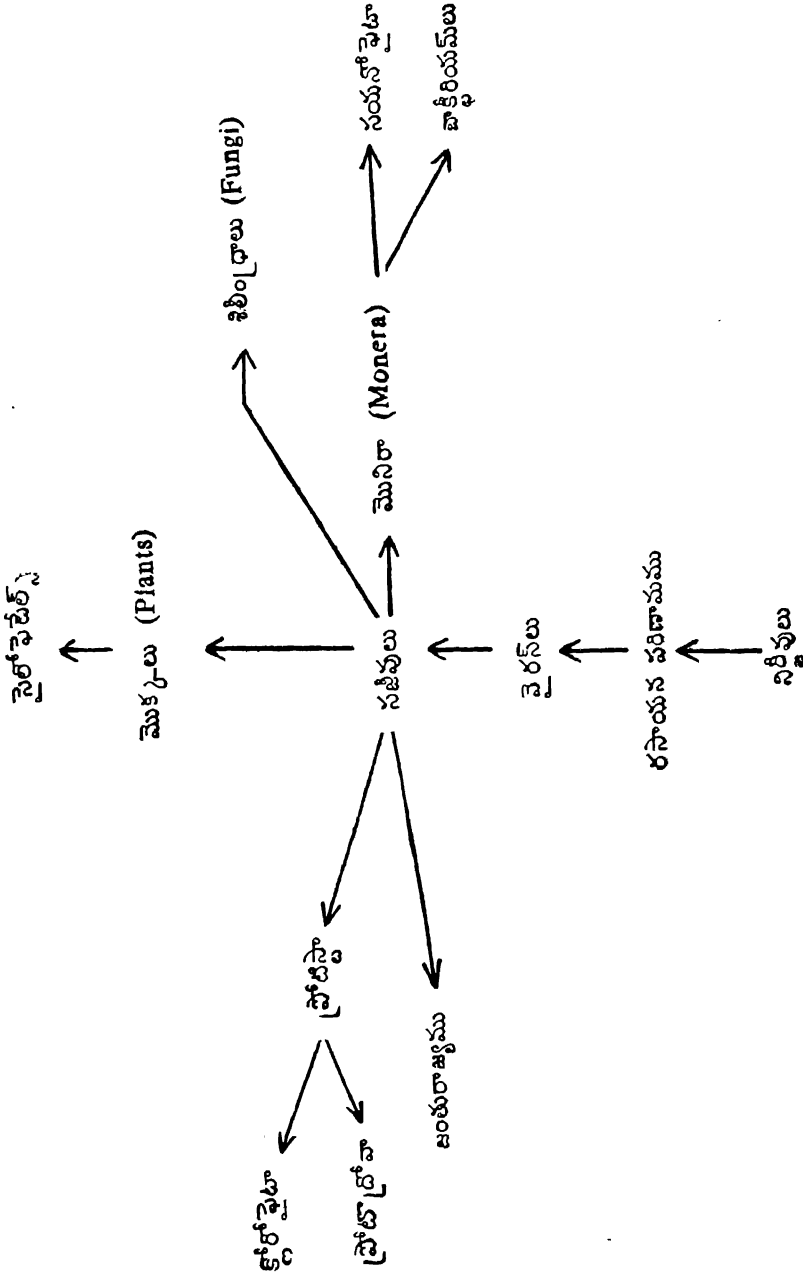
ఈ రాజ్యంలోని జీవులు బహు కణములు కలవిగా ఉంటాయి. వాటి కణాలు సంపూర్ణ కేంద్రకం కలిగి, కణ కవచంలేకుండా ఉంటాయి. ఈ రాజ్యంలోని జీవులు పరపోషితాలు.

ఈ విధంగా జీవకోటిని ఐదు విశిష్ట రాజ్యాలుగా గుర్తించారు. ఇట్టి వర్గీకరణ విధానంలో వైరస్ల స్థానం ఎక్కడనే ప్రశ్న ఉద్భవిస్తుంది. వైరస్ లలో ఉండే జన్యుపదార్థము మిగిలిన జీవకణ కేంద్రకంలో ఉండే జన్యుపదార్థ రచనను పోలి వుంటుంది. వైరస్ లలో కణనిర్మాణం లేదు. కేంద్రకం సంపూర్ణంకాదు. కణకవచమున ప్లాస్మామెంబ్రే ప్రసక్తలేదు. జన్యుపదార్థం మాత్రమే ఆ జీవి యొక్క భాగంగా ఉంటుంది. సజీవ కణాల నుంచి బయటకు తీస్తే వైరస్ లు పూర్తిగా నిర్జీవులే. అందు వల్లనే వైరస్ లు సజీవ, నిర్జీవులకు మధ్య నిచ్చిన వంటివి అంటారు. వాటికి ప్రత్యేక జీవులుగా ప్రతి పత్తి లేదు. అందుచేత వానిని మొసరా రాజ్యం నుండి విడిగా ఉంచారు.

కాంతి స్వయంపోషణ విధానము (Photo autotropism) అనే అభిలక్షణమైన పోషణ విధానం ఉండటంవల్ల మొక్కలకు జీవులలో ప్రత్యేకత ఉంది. మొక్కల నిర్మాణము, శిల్పము, స్వభావము, ప్రవర్తనము- ఇవన్నీ ఈ పోషక విధానానికి తగినట్లు ఉన్నాయి. ఈ జీవుల పోషణ వాతావరణంలో కార్బన్ డయాక్సైడ్ తో ప్రారంభ మౌతుంది. మొక్కలలో నిర్మాణాత్మక ప్రత్యేకీకరణ (Structural Specialization), కార్బన్ డయాక్సైడ్ శోషణలో గరిష్ట దక్షతను సాధించడానికి నిర్దేశిత మయింది. అంతేకాకుండా కాంతిశక్తిని శోషించడానికి కూడా అనుకూలంగా వుంటుంది. జీవావరణ మంతటిలోను ఉన్న శక్తిప్రవాహానికి ఇదొక్కటే మార్గము.

మొక్కలలో కొంత ప్రాథమిక సామరస్యం వున్నప్పటికీ, వాటి ఆకృతిలోను, శరీర నిర్మాణము లోను ఎంతో వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది. పరిసరాల కనువుగా జీవులను రూపొందించడంలో "అనుకూలనము" ముఖ్యపాత్ర వహిస్తుంది. అనుకూలన మనే ప్రాథమిక చర్యలో పరిణామం ఇమిడి ఉంటుంది. అనుకూలన విధానానికి అనువుగా జన్యు ఉత్పరివర్తన జరిగి ప్రకృతిఆవరణ ఇచ్చే ప్రోత్సాహంవల్ల పరిణామం సంభవిస్తుంది. ఈనాడు భూమి మీద నివసించే జీవులన్నీ, అతిఆదిమ జీవుల నుండి, పరిణతి చెంది, ఉండవచ్చుననే ఊహను ఈనాడు మనకు కనిపించే అనేక శిలాజాలు రుజువు చేస్తున్నాయి. కొన్నికొన్ని వర్గాల విషయంలో శిలాజ చరిత్ర అసంపూర్తిగా ఉండటం వల్ల వాటికి పరిణామంలోగల స్థానం సందిగ్ధంగా ఉండి పోయింది.

శాస్త్రజ్ఞులు మొక్కలలో కొన్ని ముఖ్య పరిణామ మార్గాలు (Lines of Evolution) సూచించారు. అలాంటివాటిలో ఒకటి ఎదుటి పుటలోని పటమున చూపబడినది.



పటము 1. జీవుల సంభావ్య పరిణామ మార్గములలో ఒకటి.



అనుకూలత దృష్ట్యా ఏవిధంగాను నిలువలేని వైవిధ్యాలున్న జీవులు పరిణామ మార్గాలలో అనేకం ఉన్నాయి. ప్రకృతివరణ సిద్ధాంతం ప్రకారం అవి ఎలా మనగలుగుతున్నాయో చెప్పడం కష్టం. వైవిధ్యం అనేది జీవుల యోగ్యజీవనానికి అనుకూలంగా రూపొందింది. సమర్థవంతమైన పోషణ విధానము, ఉన్నతమైన పునరుత్పత్తి విధానము అను రెండరకాల ప్రత్యేకతలను మనం మొక్కలలో గమనించవచ్చును. ఈ రెండు రకాల పరిణామ రీతులు పట్టికమైన యోగ్యజీవితానికి నాంది. వృక్ష జీవచరిత్రలో జలవాసములైన శైవలాలవంటి జీవులు ప్రస్తుతం భూమిమీద మనుగడ సాధించగల మొక్కలుగా పరిణతి చెందడం, పరిణామంలో ఒక ముఖ్యమైన ఘట్టం. బహుకణ నిర్మితములైన జీవులు, ఏకకణ జీవులనుండి వృద్ధిచెందడం పరిణామంలో ఒక భాగం. పరిణామ రీతులలో జీవులు వైవిధ్యం చెందేముందు వాటిలో బహుకణత్వం సిద్ధించింది.

వృక్షజాతులు జలమయ పరిసరాల నుండి భూ వాతావరణానికి క్రమంగా అలవాటు పడ్డాయని శాస్త్రజ్ఞుల భావన. ఈ జీవులు భౌమప్రకృతికి అనుకూలంగా మనుగడ సాగించడం ఒక సవాలుగా తయారయింది. సమర్థవంతంగా భూమిమీద స్థిర నివాసం ఏర్పరచుకోడానికిగాను, మొక్కల శరీర నిర్మాణంలో మార్పులు ఎంతైనా అవసరము. గాలికి ఎండిపోకుండా రక్షించే అవభాసిని, భూమి నుండి ఖనిజలవణాల్ని, నీటిని పీల్చుకోగల వేళ్ళు, భూ వాతావరణానికి అనువుగా పరిణతి చెందాయి.

భూవాసానికి అసంపూర్ణ అనుకూలత కలిగిన మొట్టమొదటి మొక్కలు బ్రయోఫైటాలు. లివర్ వర్డులలోను, మాస్ లలోను, శరీర నిర్మాణము సరళంగా ఉంటుంది. కాండాలు, వేళ్ళు, పత్రాలు అనే విభేదము సామాన్యంగా ఉండదు. బ్రయో

ఫైటాల శాఖీయ భాగాన్ని థలాస్ అని అంటారు. బ్రయోఫైట్లు చాలా సూక్ష్మమైనవి. ఈ మొక్కలు చిన్నవిగా ఉండటానికి వాటి శరీర నిర్మాణమే కొంతవరకు కారణమై వుండవచ్చును. నీరు, పోషణ పదార్థాల సరఫరాకు అవసరమైన కణ జాలము వీటిలో లేదు. పొడవైన నారలవంటి కణాలున్న దృఢకణజాలాలు, పునర్వృద్ధికి కావలసిన ద్వితీయ విభాజ్య కణజాలాలు అనులు లేవు. కాబట్టి ఈ మొక్కలు ఉన్నతమైన పరిణామం పొందడానికి సాధ్యం కాలేదు. భూమినుండి నీరు పీల్చుకునేందుకు వేళ్ళు లేవు; కనుక ఈ మొక్కల శరీరభాగమంతా అలాంటి ప్రక్రియకు అనువుగా ఉండడంచేత, చెమ్మలేకుండా ఎక్కువకాలం బతకడానికి, అవసరమైన నీటిని నిలుపుకునే శక్తి వీటికి లేదు అందువల్లనే ఇవి సాధారణంగా నీటిఅంచుల వద్ద, జలపాతాలవద్ద, కనబడుతూ వుంటాయి. లేదా చెమ్మగా ఉంటే ఒత్తయిన అడవులలో ఉంటాయి. అక్కడ ఉండే నీడవల్ల వాటికి సూర్యకిరణాల నుండి రక్షణ దొరుకుతుంది.

జంతువులలోవలెగాక, మొక్కల జీవిత చక్రంలో ఏకస్థితిక సంయోగ బీజదము, ద్వయ స్థితిక సంయోగ బీజదము అను రెండు విభిన్న రూపాంతర దశలు నిర్దిష్టంగా కనుపిస్తాయి. బ్రయోఫైటాలో సంయోగ బీజదము, స్వయం పోషక శక్తి కలిగి ఉండడంవల్లపూర్తిగా స్వతంత్ర జీవితాన్ని గడుపుతుంది. సిద్ధబీజదము, సంయోగ బీజదం మీద పరాన్నజీవిగా ఉంటుంది. కాని ట్రాకియోఫైటాలో సిద్ధబీజదం యొక్క ప్రాముఖ్యత ఎక్కువై, స్వతంత్ర జీవనాన్ని సాగిస్తుంది. దానితోపాటు సంయోగబీజదము, క్రమముగా షీజించిపోయి చివరకు పుష్పించే మొక్కలలో సిద్ధబీజదంమీద పరాన్నజీవిగా ఉంటుంది. ఇది వృక్ష రాజ్య పరిణామంలో ఒక ఆసక్తికరమైన ఘట్టము. సంయోగ బీజదదశనుండి సిద్ధబీజదము వేరుపడి

స్వతంత్ర జీవితము సాగించడంలోని ప్రయోజనమును చర్చించడం కష్టము.

ఈనాడు మనము చెరుడోపైటలలో చూస్తున్న శరీరము బ్రయోపైటలనుండి ఉద్భవించడం, పరిణామంలో ఒక ముఖ్యమైన మెట్టు. నేలమొక్కల శరీరంలో కనుపించే ప్రసరణ కణజాలం ఏర్పడటంతో పాటు, ఆ మొక్కలు నిలువుగా గాలిలో ఎదగడం ప్రారంభించాయి. దూరంగా వున్న ఆకులకు భూమి నుండి ఖనిజలవణాలు రవాణా కావలసిన అవశ్యకత ఏర్పడింది. చెరుడోపైట సరళమైన సిద్ధ బీజదము నిడు పైన కాండకము కలిగి వ్రేళ్ళు, ఆకులు లేకుండా ఉంటుంది. ఇలాంటి శరీర నిర్మాణము సైలోటమ్ అనే మొక్కలో కనిపిస్తుంది. ఈ మొక్కలలో నాళికాకణ జాలము (Vascular system) చాల సరళంగా ఉంటుంది. శిలాజచర్మిత్రాధ్యయనంవల్ల చెరుడోపైట వర్గంలో కాండాలలో ఉండే ప్రసరణ స్తంభంలోను, ఆకులలోను కనుపించే క్లిష్టత బహురీతులకు చెందినట్లు విశదమౌతుంది. పరిణామబద్ధమైన క్లిష్టతకు చెందిన మార్పులను వరుస క్రమంలో సైలాప్పిడా, లైకాప్పిడా, స్టెనాప్పిడా, టిటాప్పిడా విభాగాలలో గమనించవచ్చు. లైకోపోడియమ్, సెలాజినెల్లా అనే మొక్కలలో నేలలో ప్రాకే ప్రకాండం నుంచి వాయుగత కాండాలు నిలువుగా వెలిగి శాఖలుగా విడిపోతాయి. వీటి కొమ్మలు చిన్న ఆకులచేత ఒత్తుగా కప్పబడి ఉంటాయి. నేలమీదగాని, నేలలో గాని ప్రాకే ప్రకాండంనుండి వ్రేళ్ళు ఒక క్రమంలో పుడతాయి. ఫెర్న్స్ జాతికి చెందిన అడీయంట్, టెరీస్, నెప్రోటెపిస్ మొదలైన మొక్కలలో బాగా అభివృద్ధి చెందిన స్థూల సంయుక్త పత్రాలు (Megaphyllons), క్లిష్టత కలిగిన ప్రసరణ స్తంభాలు ఉంటాయి.

మొక్కలు తమ అధికవ్యాప్తికి ప్రత్యేకమైన పునరుత్పత్తి విధానం రూపొందించుకోవడంలో

పరిణామం చెందుతాయి. మొక్కలన్నింటిలోను బీజాలుగల మొక్కలు, ముఖ్యంగా ఆవుతబీజాలు, ప్రపంచ మంతటా వ్యాప్తిచెంది ఉన్నాయి. ఈ విషయంవల్ల మొక్కల విస్తృత వ్యాప్తికి విత్తనాలు ముఖ్య సాధనాలని గమనించవచ్చు. విత్తనంలో నింపడానికి పుష్కలంగా నిలువ ఆహారము, రక్షణ ఉంటాయి. పిండంలో ఒకటి గాని రెండు గాని బీజదళాలు కాండం కొనవేరున ఏర్పడి ఉంటాయి. నీరు లభ్యం కాగానే వేరు పెరుగుతుంది. అది బయటికి వచ్చి నేలలోనికి పోగానే కాండము, బీజదళాలు వస్తాయి. ఆపైన మొక్క స్వతంత్ర జీవిగా నీరు పీల్చుకోవడం, ఆహారం తయారు చేసుకోవడం మొదలెడుతుంది. కొన్ని ఫెరన్ మొక్కలలో సమసిద్ధ బీజాలు మాత్రమే ఉన్నాయి. మరికొన్ని చెరుడోపైటకు చెందిన మొక్కల సిద్ధ బీజాళయాలలో కొన్ని సమసిద్ధ బీజాలు నశించి, పోషక కణజాలంగా మారుతాయి. ఆహారాన్ని తక్కిన బీజాలు గ్రహించి పెద్దవిగాను బలంగాను, శ్రీ సిద్ధ బీజాలుగా బీజాళయాలలో అభివృద్ధిచెంది చివరకు అక్కడే స్థిరపడి పిండంగా మారుతాయి. ఈస్థితి భిన్న సిద్ధ బీజాలు ఉత్పత్తి కావడంలో మొదటిమెట్టు. పరిణామ పథంలో ఈ భిన్న సిద్ధ బీజస్థితి విత్తనపు ధారణకు దారితీస్తుంది.

బీజాలు ధరించిన వృక్షాలు (Seed Plants), అనాచ్ఛాద బీజాలు (Naked Seeds) కలిగిన జిమ్నోస్పర్మ్ గాను (వీనినే ఫైనోపైటా అంటారు), బీజాల చుట్టూ ఫలదళముగల ఆన్ జియోస్పర్మ్ గాను (వీనినే మేగ్నోలియాఫైటా అనికూడా వ్యవహరిస్తారు) పరిణతి చెందాయి. బీజములు ఫలదళములచే కప్పబడుటవలన వాటికి ఎంతవరకు ప్రత్యేకమైన రక్షణ కల్పించబడుతుందనే విషయము చర్చనీయము. వివృత బీజ స్వభావము పుష్కరాజ్య పరిణామంలో అతి ప్రాముఖ్యమైనది. ఫైనోపైటా వివృత బీజాలు, మేగ్నోలియాఫైటా ఆవుత

బీజాలు కలిగి ఉండటమే కాకుండా, ఈ రెండు వర్గాలకు చెందిన మొక్కలు వాటి అంతర్గత శరీర నిర్మాణంలో ముఖ్యమైన విభేదములు చూపిస్తాయి. ఫైనోఫైటలోని దారునాళా (Xylem) లను ట్రాకిడ్‌లని, మెగ్నోలియాఫైటలోని, దారునాళాలను వెసర్స్ అని అంటారు. సాధారణంగా ట్రాకిడ్‌లు నీటిని రవాణా చేయడంలో సమర్థవంతమైనవి కావు. నీరు పరిమితంగా ఆకులకు రవాణా చేయబడటంవల్ల ఈ మొక్కల ఆకులు మందంగాను చిన్నవిగాను ఉండటంవల్ల బాష్పీభవనంవల్ల జరగగల సప్టము తక్కువగా వుంటుంది. ఈ స్వభావాలు జలభావాననుకూల లక్షణాల్ని తెలియజేస్తాయి. ఆవృత బీజాలలో సమర్థవంతమైన దారునాళాలు, పరిణామంలో పెద్దవైన ఆకులు ఉండడం చేత, వాటితో పోటీపడే శక్తి వివృతబీజాలకు తక్కువగా ఉంటుంది. ఆవృతబీజాలలో విస్తృతమైన ఆకులు, కార్బన్ డయాక్సైడ్‌నీ, కాంతి శక్తిని, నీటి సహాయంతో గరిష్ట దశలో శోషించుకోడానికి అనుకూలంగా పరిణామం చెందాయి.

ఆవృత బీజాల్ని ద్విదళ బీజాలు (మెగ్నోలియాఫైట), ఏకదళ బీజాలు (లిలియోఫైట) అను రెండు విభాగాలుగా వర్గీకరించారు ఈ రెండు విభాగాలు బీజదళాల సంఖ్యలో మాత్రమే కాకుండా మరికొన్ని విషయాలలో కూడా విభేదములు చూపిస్తాయి. కొంతవరకు ఈ విభేదములు అంతరీమిశితములు (Over - lapping) గా ఉంటాయి. ఏకదళ బీజాలకు చెందిన మొక్కల పత్రాలు సాధారణంగా సమానాంతరపు ఈనెల

వ్యాపనము కలిగి వుంటాయి. కాండంలోని నాళికాపుంజాలు సంవృతాలు (Closed); పుష్పాలు త్రిభాగయుతంగా ఉంటాయి. ద్విదళబీజాలకు చెందిన మొక్కల పత్రాలలో సాధారణంగా జ్వారాకారపు ఈనెల వ్యాపనము ఉంటుంది. కాండంలోని నాళికాపుంజాలు వివృతాలు (Open); పుష్పాలు పంచభాగ యుతాలు. ఏకదళ బీజపు మొక్కలు, ద్విదళపు బీజపు మొక్కలనుండి ఉద్భవించాయని కొంతమంది శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము.

ఆకృతికి, క్రియాత్మకతకు, సన్నిహిత సంబంధం వుంది. మొక్కల ఆకృతి, అవి జరిపే జీవన కార్యక్రమాలకు అనువుగా, సృష్టింప బడింది. పైన వివరింపబడిన మొక్కలలోని వైవిధ్య లక్షణాలు పటిష్టమైన మనుగడకూ పరిసరాలకూ అనువుగా పరిణామం చెందాయి.

డా॥ పి. మల్లికార్జున స్వామి

#### FURTHER READING

1. Ramdas V.S.(1973). Understanding Plant Diversity. Journal A.P. Akademi of Sciences; VOL IX; Part III.
2. H.Bold (1972); The Plant kingdom, 3rd Ed; Prentice Hall of India.
3. T. Delevoryas (1966); Plant Diversification ; Holt Rine hart; Winston and Winston; Winston.

# 66. జంతు వైవిధ్యము

## DIVERSITY IN ANIMALS

మన చుట్టూ వున్న ప్రాణికోటిలో చాలాభాగమును, మనము చూచిఉండక పోవచ్చునని అంటే అది అతిశయోక్తికాదు. దాదాపు 15 లక్షల ప్రైమేటీ జీవజాతులున్నప్పుడు అన్నింటిని మనము చూడటము అసాధ్యము నీరు, నేల, గాలి - అంతటా ఇవి వ్యాపించి ఉన్నాయి. వీటిలో దాదాపు పది లక్షం దాకా జంతుజాతులే ఉన్నాయి. ఇంటి నలుమూలలా, ఇంటి చుట్టూ, కొంచెము శ్రద్ధతో గమనిస్తే, వీటికున్న సంఖ్యాబలమెంతో అవగాహన చేసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకు ఇంట్లో కుక్కలు, పిల్లలు, ఎలుకలు, కోళ్లు, పశువులు, దోమలు, ఈగలు, నల్లలు, సాలీళ్లు, తేళ్లు, బల్లలు, చీమలు, బొద్దెంకలు, కందిరీగలు, చిమ్మట్లు మొదలగు జంతుజాతులు తరచు తటస్థపడతాయి. ఇంటి బయట కాకులు, గద్దలు, పిచ్చుకలు, పావురాలు, మైనాలు, ఉడతలు, పాములు, వానపాములు, నలికరి పాములు, తొండలు, కప్పలు, గోధురు కప్పలు, తూనీగలు, చెడలు, తుమ్మెదలు, పేడ పురుగులు, పిల్లి పురుగులు (Ant Lion), కుమ్మరి పురుగులు, సీతాకోక చిలుకలు, మిడతలు, గొల్ల భామలు, కంబళి పురుగులు, జెర్రి, రోకలి బండ పురుగు మొదలగునవి కనిపించవచ్చు. వీటన్నింటిని సేకరించి ఒకచోట పెట్టి గమనిస్తే వాటిలో ప్రతి ఒకటి ఏదో కొంత ప్రత్యేకత, విశిష్టత కలిగి యుండి, తక్కిన వాటికి భిన్నంగా కనిపిస్తుంది. ఉదాహరణకు సీతాకోకచిలుకకు ఉండే రంగులు, మరి దేనిలోను మనకు కనిపించవు. తేలుకుండే డిక్కలు గానీ, పశువులకుండే కొమ్ములుగానీ, ఎలుకలకుండే ముందరి వాడిపళ్లుగానీ, ఇతరములలో కనుపించవు. ఇలా ఒక జంతువు మరోదానికి

భిన్నంగా ఉన్నందున జంతువైవిధ్యం ఉన్నదనటానికి ఆస్కారం ఉంది. కాని మరో విధంగా తరచి చూస్తే, పై చెప్పిన జీవులన్నింటికి కొన్ని పోలికలు లేకపోలేదన్న విషయము బయటపడుతుంది అన్నీ సంచరిస్తాయి; వెదకి ఆహారము తింటాయి; విసర్జిస్తాయి; ఇచ్చిన ప్రేరణ (Stimulus) కు సమాధానమిస్తాయి. పునరుత్పత్తి చేసుకుంటాయి. వీటన్నింటి బట్టి ఇవన్నీ జంతువులేననీ, మొక్కలు కావనీ తెలుస్తుంది.

ఇక మరో ఉదాహరణ. చేప, కప్ప, పాము, పిట్ట, చుంచూ తీసుకుందాము. చేపకుండే చిన్న జతరెక్కలు (Paired Fins) గానీ, కప్పకుండే నున్నని తడిచర్మం గానీ, పామునకుండే బహిష్టచలోని పొలుసులు (Ectodermal Scales) గానీ, పిట్టకుండే ఈకలు గానీ, చుంచుకుండే వెంట్రుకలుగానీ తక్కిన వాటికి ఉండవు. అసలు వీటిలో ఒకటున్నట్లు మరొకటి ఉండదు. పోలికలంటూ ఏవైనా ఉంటాయా అన్న అనుమానం కూడా కలుగవచ్చు. దీన్నే వైవిధ్యమంటాము. కాని కొంత తరచిచూస్తే ఈ వైవిధ్యము వెనుక దాగి యున్న సామరస్యము బయట పడుతుంది. వీటన్నింటిలోను పృథ్వీతలాన వెన్నెముక, నాళరూపంలో నాడీదండము ఉంటాయి. అందువల్ల వీటన్నిటిని కలిపి కశేరుకాలుగా పరిగణిస్తాము.

గుఱ్ఱము, కుందేలు, గబ్బిలము, కంగారూ, కుక్క, పంది, తిమింగిలము, జింక, కోతి, మానవుడు - అనేవికూడ చుంచులాగే వెంట్రుకలు కలిగి యుండుటయే కాక పిల్లలను కని పాలియ్యడం జరుగుతుంది. కనుక వీటన్నిటిని క్షీరద (సస్తన)ము లంటారు. ఇవన్నీ క్షీరదములేయైనా,

ఒకదానికొకటి ఎంత భిన్నంగా ఉంటాయో మీరే ఊహింపవచ్చు. అసలు చుంచుకూ, గుఱ్ఱానికి పోలిక లంటూ ఉన్నాయో, అన్న అనుమానం కలుగుతుంది. అసలు ఇవన్నీ కూడా అవసరము లేకుండా, కుక్క, నక్క, తోడేలు, తీసుకొందాము. మొట్ట మొదటిసారిగా వీటిని చూచే బాలుడు ఇవన్నీ కుక్కలే అనుకోవడము, సహజమే. వాటికున్న పోలికలే దానికి కారణము. నిజానికి ఇవన్నీ “శ్యానవ” (కేనిడే - Canidae) అన్న కుటుంబానికి చెందినవే. కాని కొద్దిగా తెలిసినవాడు ఎవ్వడూ వీటిన్నిటిని కుక్కలే అని చెప్పడు. వీటిలో ఉన్న వైవిధ్యమే దీనికి కారణము. ఒకే కుటుంబానికి చెందిన, ఒకదానికొకటి భిన్నంగా ఉండటమే దీనికి కారణము. అసలిదంతా వదలేసి కుక్క నొక్కదానిని మాత్రమే గమనించండి. కుక్కలలో ఎన్ని రకాలున్నాయో అనేది గమనించదగ్గ విషయము. సంకరజాతులను వదలేసినా వాటిలో ఎంత వైవిధ్యముంటుందో తెలుసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకు డేన్ (Dane) జాతికుక్క, ఎరడేల్ (Airedale) జాతికుక్క, గ్రే హౌండ్ జాతికుక్క (Grey Hound), బుల్ డాగ్ (Bull Dog) జాతికుక్క, పెకింగీస్ (Pekingese) జాతికుక్క, మొదలగు నవి ఒకదానికొకటి ఎంతో భిన్నంగా ఉంటాయి. సంకరజాతి కుక్కల (మాంగ్రేల్స్-Mongrels)ను గమనిస్తే వాటిలోని వైవిధ్యం మనలను ఆశ్చర్యచకితులను చేస్తుంది.

జంతువులలో ఉన్న వైవిధ్యాన్ని గమనించాలంటే జంతువును అంతటిని పరిశీలించవలసిన అవసరము లేదు. ఏదో ఒక భాగాన్ని గమనిస్తే చాలు. ఉదాహరణకు పక్షుల ముక్కులు గమనిస్తే ఎంత వైవిధ్యం ఉంటుందో తెలుస్తుంది. కాకి, చిలుక, బాతు, గడ్డ, వడ్రంగిపిట్ట మొదలగునవి మనము సాధారణంగా గమనించే పక్షులు. వీటి ముక్కులలోని భిన్నత వాటి ఆహారసేకరణకు సంబంధించి యుంటుంది.

జంతువులలో ఉండే వైవిధ్యాన్ని గుఱించి తెలుసుకోవాలంటే మనుష్యులను గమనించితే చాలు. మనుష్యులు ఎన్నిరకాలుగా వుంటారో అనేది గమనించదగ్గ విషయము. ఒకే కుటుంబంలోని అన్నదమ్ములుగానీ, అక్కచెల్లెల్లుగానీ ఒకే పోలికలు కలిగి యుండరు. ఒకే పిండమునుండి వచ్చిన కవల పిల్లలు తప్ప, మరి ఏ ఇద్దరు మనుష్యులు ఒకేలా గుండరు. ఇదే ప్రకృతిలోని గొప్పతనము. ఇంత వైవిధ్యమున్నా వాటికుండే కొన్ని పోలికలనుబట్టి వర్గీకరించగలుగుతున్నాము.

జంతువులలోని వైవిధ్యము మరికొన్ని దృక్పథాలలోకూడా బయటపడుతుంది. ఒక జీవి తన జీవిత చరిత్రలో వివిధ దశలలో ఎంతో వైవిధ్యము చూపుతుంది. ఉదాహరణకు సీతాకోకచిలుక దీంబక దశలో ఎలా వుంటుందో ఒకసారి ఊహించుకొంటే ఇది అర్థమౌతుంది. ఒకే జీవావరణములో ఉండే జంతువులన్నీ, ఒకే విధంగా ఉంటాయనడానికి వీలులేదు. ఉదాహరణకు గాలిలో ఎగురుతూ జీవించేవన్నీ పక్షులేనని చెప్పలేము. పక్షులేకాక షీరదములకు చెందిన గబ్బిలములు, కీటకాలకు చెందిన సీతాకోకచిలుక, కందిరిగలాంటి ఇతర జీవులున్నాయి. ఎగరడానికి వీటన్నింటికీ రెక్కలున్నా. అన్నింటి రెక్కలు ఒకేవిధంగా ఉండవు. ఎంతో వైవిధ్యం కనబడుతుంది. కర్తవ్య నిర్వహణలో తప్ప, పక్షిరెక్కకున్న సీతాకోకచిలుక రెక్కకున్న పోలికలే ఉండవు.

జంతువులలోని వైవిధ్యము భూశాస్త్రకాలమాన (Geological time-scale) రీత్యా విదితము చేయవచ్చు. మనమున్న భూగోళము ఈనాడు కనిపించని అనేక తరాల జంతువులకు ఒకప్పుడు నిలయంగా ఉండేది. ఈ భూగోళానికున్న సుమారు 450 కోట్ల సంవత్సరాల వయస్సును కొన్ని యుగాలుగా విభజించి ఆయా యుగాలలోని జంతువులను

ఇతరయుగాల వాటితో పోల్చితే వైవిధ్యం ఏమాత్రమున్నదో తెలుస్తుంది. ఉదాహరణకు ఇప్పుడున్న షీరదాలు గానీ, పక్షులుగానీ 20 కోట్ల సంవత్సరాలక్రితం అసలు లేనే లేవు. అలాగే 40 కోట్ల సంవత్సరాలక్రితం అత్యధికంగా ఉన్న ప్లేకోడర్మ్ (Placoderm) చేపలు ఈనాడసలు లేనేలేవు. 15 కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం భూగోళాన్ని దద్దరిల్లజేస్తూ పాలించిన మహాగోళులు(డైనోసార్లు-Dinosaurs) అనబడే సరీసృపాలు మచ్చుకైనా లేకుండా మాయమయ్యాయి. ఇలా కాకుండా ఒకజాతి జంతువును దానిజాతి శిలాజచరిత్ర(Fossil History) లోని వివిధయుగాలలో అది ఎలా వుందో పోల్చిచూస్తే, వైవిధ్యం బయట పడుతుంది. ఉదాహరణకు ఈనాటి గుఱ్ఱపు కాలుకు ఒకే ఒక గిట్ట ఉంటే, 2.5 కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం ఉన్న గుఱ్ఱానికి ఒక కాలుకు మూడు గిట్టలు ఉండేవి. ఈనాటి ఏనుగుకున్న తొండము ఒకప్పుడు ఉండేది కాదు. ఇలా కాలప్రమాణంబట్టి అదే జంతువులో వైవిధ్యం కనిపించుటచేత, కాలమే ఈ వైవిధ్యాన్ని తెచ్చిందేమోనని అనడానికి వీలున్నది. జీవ పరిణామ సిద్ధాంతము దీనిమీదే ఆధారపడి ఉన్నది.

ఎంత వైవిధ్యం ఉన్నా, తదకు ప్రతి జంతువు తిండితిని, పునరుత్పత్తి చేస్తూ జీవనం గడపటమన్న ఒక్క-లక్ష్యమే కనబడుతుంది. నిజంగా అన్ని జంతువులకీ ఉన్నది, ఈ లక్ష్య మొక్కదే. అయితే వీటిలో ఇంత వైవిధ్య మెందుకుందాలి? అనే ప్రశ్న ఎదురవుతుంది. జీవ పరిణామ సిద్ధాంత

రీత్యా ఈ లక్ష్యాన్ని బాగా సాధించగల మేలురకం జీవులు పరిణామం (Evolution) ద్వారా అవతరించడానికి ఈ వైవిధ్యం దోహదము చేస్తుందని చెప్పుకోవచ్చు. కాని బాగా ఆలోచిస్తే ఇది పూర్తి సమాధానము కాదని తోస్తుంది. ఈ లక్ష్యాన్ని సక్రమంగా పూర్తిగా సాధించగలిగిన మేలురకం జీవులు అవతరించిననాడు, ఈ వైవిధ్యం తగ్గి పోతుందా అన్న ప్రశ్నకు సమాధానము వెతకవలసి ఉంటుంది.

### మనోవికాసానికి పఠనాధారాలు

1. "High School Biology - Biological Science Curriculum Study; Green version; Rand Mc Nally and Company, Chicago. 1968.
2. "Molecules to Man" - Biological Science Curriculum Study; Blue version. Houghton Mifflin Company - Boston. 1963.
3. "Patterns in the Living World" - Biological Science Curriculum Study; John Murray - Albemarle Street, London. 1971.
4. "Animal Diversity" - by E. D. Hanson. Prentice Hall, Englewood, London. 1961.

డాక్టరు పి. వెంకటేశ్

## 67. వైవిధ్యము లో ఏకత్వము

జీవులు వాటి దేహ నిర్మాణములోను, సూక్ష్మ నిర్మాణములోను, అద్భుతమైన వైవిధ్యము చూపుతాయి. ఏకకణ జీవులైనటువంటి బాక్టీరియాలను, శైవలాలను, శిలీంధ్రాలను, ప్రోటోజోవా (Protozoa) లను, గమనించినదైతే మనలను దిగ్గ్రుమ పరచు భిన్నత్వము కన్పడును. బహుకణ జీవులైనటువంటి జంతు వృక్షరాజ్యములలో అంతకంటే మించిన భిన్నత్వమును గమనించవచ్చును. ఈ వ్యత్యాసములనుబట్టి మనము జంతువులను, వృక్షములనుండి వేరుపరుచుచున్నాము. ఇదియేగాక జంతువులను వివిధ రకములుగను, వేర్వేరుగా గుర్తించగలుగుచున్నాము. ప్రతి మానవుడు ప్రత్యేక విశిష్టతను కలిగియుండి భూమిపై జీవించిన, జీవించుచున్నవారికి ఎల్లప్పుడూ భిన్నముగానే వుంటాడు. ఈ ప్రత్యేకత మనుషులలోనే కాకుండా జీవులన్నింటిలో వుంటుంది.

జీవులలో ఇంత వైవిధ్యము ఉన్నప్పటికి అణువుల కణముల తులనాత్మక పరిశోధనల మూలముగ సమకూరిన విజ్ఞానము వలన అల్పశ్రేణికి చెందిన బాక్టీరియాలనుండి ఉన్నతశ్రేణికి చెందిన జంతు వృక్షముల వరకు సృష్టమైన పోలికలున్నట్లు విదిత మగుచున్నది. ఈ పోలికలు వైవిధ్యముతో కూడా ఒక నియమబద్ధత ఉన్నట్లు తెలుపుచున్నవి. ఈనియమబద్ధత వలన జీవప్రపంచ మంతయు ఒక అర్థయుతమైన సమూహమని గ్రహించుటకు వీలగుచున్నది. జీవులలోని ఈ వైవిధ్యముతో ఏకత్వాన్ని అణు, కణ, ఆవయవస్థాయి లన్నిటిలోను క్రింద వివరించిన విధముగా గమనింపవచ్చును.

### అణుస్థాయి (Molecular Level)

అన్ని జీవులలోను రసాయన అణు ఘటక

ముల కణ చర్యలు, విచిత్రమైన పోలికలను కలిగి వుంటాయి. అన్ని జీవులలోని జీవపదార్థమున గల మూలకములన్నిటిలో 99 శాతము కార్బన్, హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్లు అయి వుంటాయి. జీవ పదార్థము లన్నిటిలోను నీరు సాధారణ ద్రావణి. ఇది అన్ని కణముల బహువులో మూడింట రెండు పాళ్లుగా ఉంటుంది. మనకు తెలిసినంతవరకు అన్ని జీవరాసులు (కొన్ని వైరస్ లు తప్ప) తమ కణములలో జీవచర్యలను ఆధీనములో నుంచు DNA అను పదార్థమును కలిగి యుండును. ఈ DNA స్వయం ద్విగుణి కరణ (Self - duplication) లక్షణమును కలిగి వుండి, కణములలో పలువిధములైన ప్రోటీనులను అవసరమగు రీతిని తయారుచేయుచు, కణములలో క్రొత్త పదార్థమును ఉత్పత్తి చేయుటను నిర్ణయిస్తూ వుంటుంది. జీవుల లక్షణములన్నియు దీని ఆధీనములో ఉంటాయి. ఉదా:- బహుకణ జీవి అయినటువంటి మనిషిలోకాని, లేక వృక్షములోకాని, ఆకారము, పరిమాణము, రంగు మొదలగు వాటిపై పరోక్షముగా కణములలో వుండు DNA అధికారమును కలిగి వుంటుంది. ఇలా మనిషికి, వృక్షానికి మధ్య ఎంతో వ్యత్యాసమున్నప్పటికి ఈ రెండునూ DNA తో కూడిన కేంద్రకముగల ఒకే కణమునుండి (సంయుక్త బీజము) ఉద్భవిస్తాయి.

జీవుల కణములయందలి జీవక్రియలలోకూడ మనకు సృష్టమైన పోలికలు కనిపిస్తాయి. అన్నింటియందు కార్బోహైడ్రేటులు, కొవ్వులు ఇంధనపదార్థములుగాను, ప్రోటీనులు కణనిర్మాణ, ఎంజైమ్ పదార్థములుగాను వుంటాయి. ఇదేవిధముగాను విటమినులు, ఖనిజములు వుంటాయి. జీవ పరిణామ

రీత్యా అల్పమైనటువంటి జీవులలో వుండే చాల ఎంజైమ్ వ్యవస్థలు, వాటికి చాల దూర సంబంధము గల జీవులలో కూడా వుంటాయి. సెంట్రీయం అణువులు అన్ని ప్రాణులలోను శక్తికొరకు ఒకేరీతిని విడుదలకొట్టబడతాయి. అన్ని జీవరాసుల కణములలో శక్తి A. T. P. అణువులలో నిలువచేయబడి వుంటుంది.

### కణస్థాయి (Cellular Level)

జీవించుటకు ముఖ్యమైన జీవ పదార్థము (Protoplasm, "The Physical Basis of Life") అన్ని మొక్కలలోను జంతువులలోను ఒకేతత్వము కలిగి వుంటుంది. అన్ని జీవులలోను జీవపదార్థము కణములు అనబడు విభాగములుగా నిర్మింపబడి వుంటుంది. ఇవి ఆతిసూక్ష్మ పరిమాణము కలిగి వుంటాయి. కణముల ఆకార పరిణామములు లక్షణములు వేరువేరుగా వున్నప్పటికి ఒకే నమూనాపై నిర్మింపబడి వుంటాయి. ఉన్నత శ్రేణికి చెందిన మొక్కల, జంతువుల కణములలో ఒకేవిధమైనటువంటి కణాంగములైన రైబోసోములు, క్రోమోజోమ్లు, మైటోకాండ్రీయన్లు, గాల్జీ కాంప్లెక్స్, ఎండోప్లాస్మిక్ రెటిక్యులమ్ వుంటాయి. జంతుకణాలలో కణకవచము లేకుండా ప్లాస్టిడ్లు, వృక్షాలలో సెంట్రీయోల్లు (Centrioles) లేకుండా ఎక్కువగా కణములు వున్నప్పటికిని పోలికలే, వ్యత్యాసాలను మించుతాయి.

జీవులలోవుండే కణముల సంఖ్యనుబట్టి వానిని ఏకకణ, బహుకణ జీవులని, విభజింపవచ్చును. బహుకణ జీవులలో కణములు వివిధకణజాలాలుగా, కణజాలాల అన్నియు దేహముగా నిర్మింపబడి వుంటాయి. ఇలా జీవుల కణ నిర్మాణములలో పోలికలు వుండుటవలన అవి పాల్గొన్న క్రియలలో కూడా పోలికలు (శరీర ధర్మశాస్త్రములో పోలికలు) కనిపిస్తూ వుంటాయి. వివిధ కణజాలాలు వివిధ

విధులను నిర్వర్తిస్తూ వుంటాయి. జీర్ణక్రియ, స్రావము, ఇండ్రీయజ్ఞానము నాడీ ప్రేరణలను ప్రసరణ చేయుట, చలనము మొదలగు పనులను ఈ కణజాలాలు నిర్వర్తిస్తుంటాయి.

కణములన్నియు ఒకే మూల నమూనాపై నిర్మింపబడి వుండుట వలన కణవిభజనయందు కూడా పోలికలను కలిగి వుంటాయి. శాకీయకణాలలోను, పునరుత్పత్తి కణాలలోను వృక్ష జంతు రాజ్యమంతయు ఒకేవిధమైనటువంటి సమవిభజన (Mitosis), షయకరణ విభజన (Meiosis) లను కలిగి వుంటుంది. లైంగికోత్పత్తి చూపు జీవరాసులన్నియు రెండు ప్రత్యేక సయోగ బీజాల కలయికవలన ఏర్పడిన సంయుక్త బీజమునందే క్రొత్త జీవిగా అభివృద్ధి చెందుతాయి.

### అవయవస్థాయి (Organ Level)

జీవులు, ఉన్నత శరీర నిర్మాణములలో కూడా ఏకత్వమును చూపుతాయి. వివిధ పుష్పములు, వివిధ రంగులు, ఆకారములు, పరిమాణములు కలిగి వున్నప్పటికి అన్నియు ఒకే మూలచట్టముపై నిర్మింపబడి వుంటాయి. కాండము, వేరు, ఆకులు కూడా ఏకత్వ లక్షణమును కలిగి వుంటాయి. మొక్కలన్నియు పత్ర హరితమును కలిగియుండి స్వయంపోషకాలుగా వుంటాయి. సమజాతీయ (Homologous) నిర్మాణములైనటువంటి మనిషి చేయి, కుక్క ముండరికాలు, పక్షి రెక్కలలో వ్యత్యాసమున్నప్పటికి ఒకే మూలచట్టముపై అవి నిర్మింపబడి వుంటాయి. అస్థిపంజరములలో ఉదాహరణకు చేప మొదలు ఉభయచరాలు, సరీసృపాలు, పక్షులు నుండి మనిషివరకు వెన్నుపూసను కలిగియుండును. వీటి అన్నింటిలో ఉర్రుకహరమును చుట్టూ ప్రక్క ఎముకలు వుంటాయి. సకశేరుకాల (Vertebrata) లోని శరీరముయొక్క అంగములలో ఉపాంగములలో, వుండు వందలకొలది కండరాలు చాల దగ్గర పోలికలు



కలిగి వుంటాయి. ఉదాహరణకు మనిషి భుజా లలో వుండు కండరాలైన బై సెప్స్ (Biceps) ట్రై సెప్స్ (Triceps) అను కండరాలు అన్ని క్షీరదములలోను సమజాతీయముగా వుండుట గమనింపవచ్చును. ఈ కండరములలోనికి పోవు నరములే తమతో సరియగు క్షీరదాల కండరముల అన్నింటిలోను సాధారణముగ కన్పడును. ఇతర సమజాతీయ నిర్మాణములైనటువంటి సక శేరుకాల మెదడు, పుష్టలలోను, ఆక శేరుకాల (Invertebrata) నోటి ఆంగములలోను, సక శేరుకాల పిండ ములలోను కూడా పోలికలను గమనించవచ్చును. మనిషియొక్క వివిధ వినిశ గ్రంథులు (Endocrine glands), క్షీరదాల అన్నింటిలో ఎలా పని చేస్తాయో మనిషిలోకూడా అదేవిధముగా పని చేస్తాయి. థైరాయిడ్ గ్రంథి (Thyroid gland) నుండి వచ్చే థైరాక్సిన్ హార్మోను (Thyroxin Hormone) మనుష్యులలో జీవక్రియలయొక్క వేగమును అదుపులో వుంచుతుంది. ఎక్కువగా థైరాక్సిన్ వుంటే, ఆక్సికరణ వేగము చాల ఎక్కువ అవుతుంది. తక్కువగా వుంటే ఆ వేగము కూడ చాల తక్కువగ ఉంటుంది. థైరాక్సిన్ ఇదే విధముగా అన్ని క్షీరదాలలోను పనిచేస్తుంది. అంటే ఒక మనిషి థైరాయిడ్ గ్రంథి ఖాగా పనిచేయక, థైరాక్సిన్ లోటుచే బాధపడుచున్నచో, గొత్తయొక్క థైరాయిడ్ గ్రంథిలోని సారము (ఎక్స్ట్రాక్టు) (Extract) చే ఆలోటును సవరణ చేయవచ్చును.

ఈవిధముగా జీవప్రపంచము వై విధ్యములో ఏకత్వము అనే లక్షణము కలిగి వుంటుంది. ఈ లక్షణమువలన జీవులు ఒకే పోలికలు గలిగిన జన్యువుల సమూహాలతో, లక్షలకొంది సంవత్సరముల క్రిందిట ఉండిన, ఒకే మూలమైన ఆదిమ జీవులనుండి ఉద్భవించినవని తెలియుచున్నది. జీవుల ఆనువంశికము, వాతావరణము వీటి సంబంధ బాంధవ్యములతో వివిధ రకములైన జీవరాసిని కాలచక్రము ఉద్భవింప చేస్తూ వుంటుంది.

డా॥ కె. వి. మాధవరావు.

#### FURTHER READING

1. Mc. ELROY, W.D., C.P. SWANSON, N. D. BUFFALLOE, A. W. GALSTON AND R, I. MACEY-FOUNDATIONS OF BIOLOGY, PRENTICE-HALL, INC ENGLEWOOD CLIFFS. N. J. 1968.

2. MOODY P. A. INTRODUCTION TO EVOLUTION, A HARPER INTERNATIONAL STUDENT REPRINT. JOINTLY PUBLISHED BY HARPER & ROW, NEWYORK. AND JOHN WEATHER HILL, INC. TOKYO 1964.

## 68. జీవపరిణామానికి తోడ్పడిన ప్రాథమిక శక్తులు

జీవ పరిణామం క్రమానుసార పరిణామం, అపరిసార పరిణామం అను ముఖ్యమైన రెండు రీతులుగా జరిగి వుంటుందని శాస్త్రజ్ఞులు భావించారు. జీవ పరిణామ చరిత్రలో ఈ రెండు రీతులు ప్రత్యేక పరిస్థితులలో పెక్కుసార్లు జరిగినట్లు పురాజీవశాస్త్రము విశదపరుస్తుంది. ఈ రెండు రీతులుగా జీవ పరిణామం చెందడానికి 1. ఉత్పరివర్తనము (Mutation) 2. ప్రకృతి వరణము (Natural Selection) 3. జన్యుచలనము (Genetic drift) అను ప్రాథమిక శక్తుల పరస్పర చర్యల ఫలితంగా జనాభాలో చిన్నచిన్న మార్పులు వస్తాయి. ఇలా కొద్ది మార్పులు సంభవించే పరిణామాన్ని సూక్ష్మపరిణామం అంటారు. క్రమానుసార పరిణామం జరగడానికి సూక్ష్మపరిణామం ముఖ్యమైనది.

**ఉత్పరివర్తనము -** మొక్కలలోను జంతువులలోను మనం ఎంతో వైవిధ్యాన్ని చూస్తూ ఉన్నాం. ఈ వైవిధ్యమనేది ఒక జాతికి చెందిన జీవులమధ్యకూడా కనిపిస్తుంది. ఈ వైవిధ్యం ఆనువంశికంగా కాని, పరిసరాల ప్రభావం వల్లగాని, సంభవించవచ్చు. జీవపరిణామం దృష్ట్యా ఆనువంశికమైన వైవిధ్యం చాలా ముఖ్యమైనది. ఆనువంశికమైన వైవిధ్యం ఎలావస్తుందో తెలుసుకోవడానికి మనకు జన్యుశాస్త్ర పరిజ్ఞానం తోడ్పడుతుంది. మన జీవశాస్త్రజ్ఞులు ఈ వైవిధ్యానికి ప్రాథమిక ఉత్పత్తి స్థానాలను ఈ క్రిందివిధంగా సూచించారు.

### A. ఉత్పరివర్తనము

1. జన్యు ఉత్పరివర్తనము.
2. క్రోమోజోమ్ ఉత్పరివర్తనము,

### B. పునస్సంయోజనము

3. విషమ యుగ్మజత్యము.

(ఇది రెండురకాల సమయుగ్మ జనకుల సంతరణమువల్ల జరుగుతుంది).

4. జన్యుపదార్థాల యాదృచ్ఛిక పూహనము.

5. వినిమయాలు.

(క్రోమోజోమ్ల మధ్య జరుగు యాదృచ్ఛిక పూహనము).

కనుక ఉత్పరివర్తనము జన్యు పదార్థాలలో మార్పువలన జరుగుతుంది. ఇట్టిమార్పుచేత జనాభాలలో వైవిధ్యం ప్రస్ఫుటంగా కనిపిస్తుంది. ఉత్పరివర్తనము జీవ పరిణామానికి దారితీసిన విధానాన్ని క్లుప్తంగా సమీక్షిద్దాము.

1909 వ సంవత్సరములో హెచ్. మార్గన్ (H. Morgan) తన ప్రయోగశాలలో ఎఱ్ఱడి కండ్లుగల ద్రోసోఫైలా మెలనోగాస్పర్ అను పండ్ల ఈగలను పెంచుతూ ఉండేవాడు. ఈ ఎఱ్ఱడి కండ్లుగల పండ్ల ఈగలలో ఒకసారి తెల్లడి కళ్ళుగల మగ ఈగ కనిపించింది. ఈ తెల్లడి కళ్ళ స్వభావం అంతర్గతమై ఉన్న జన్యువులవలన కలిగింది. ఎఱ్ఱడి కళ్ళు, జన్యు బహిర్గత స్వభావమని తెలుసుకోవడమైనది. ఆ తరువాత 20 మిలియన్ల పండ్ల ఈగల జనాభాలో ఇలాంటి ఉత్పరివర్తన చెందిన ఈగలు 5వేలు కనుపించాయి. మొక్కలలోకూడా ఈలాంటి ఫలితాలనే శాస్త్రజ్ఞులు గమనించారు. ఉత్పరివర్తనమనేది అన్ని జీవరాసులలోనూ ఉంటుందని సూచించారు. జన్యు ఉత్పరివర్తనాల ముఖ్య లక్షణాలు ఈ క్రిందివిధంగా ఉంటాయి.

1. ఒక్కొక్క జన్యువుకు ఒక్కొక్క ఉత్పరి వర్తన రేటు ఉంటుంది. అది మొక్కజొన్నలో ఈ క్రిందివిధంగా ఉంటుందని స్పెడ్డర్ సూచించాడు.

జన్యువులు	మిలియన్ సంయోగ బీజములలో సంభవించిన ఉత్పరివర్తనముల సంఖ్య
1. గింజ రంగు	492
2. గింజ రంగు నిరోధకము	106
3. పచ్చల్ వర్ణముగలగింజ	11
4. తోపిగం గింజ	24
5. పసుపు వర్ణపు గింజ	22
6. కుంచించుకు పోయిన గింజ	12
7. మైనపు గింజ	0

పైన తెలుపబడిన స్పెడ్డర్ పరిశోధన పట్టిక వలన, 1. జన్యువులు చాలవరకు స్థిరత్వముకలిగి ఉంటాయనీ, సంయోగ బీజముల సంఖ్యతో పోలిస్తే ఉత్పరివర్తన రేటు తక్కువగా ఉంటుందనీ చెప్పవచ్చు. 2. కొన్ని జన్యువులు ఉత్పరివర్తన చెందినప్పుడు జన్యుపదార్థాన్ని నష్టపోతాయి. అంతే కాక ఒక్కొక్కసారి వాటి రసాయన రచనలో మార్పులు సంభవిస్తాయి. ఉత్పరివర్తనము చెందిన జన్యువులు తిరిగి వాటి మొదటి స్థితికి వస్తాయి. 3. బాహ్యంగా వ్యక్తమైన ఉత్పరివర్తనాలు జీవికి హానికరమైనవి. కాని సాధారణ పరిస్థితిలో ఉత్పరివర్తనాలు బైటకు వ్యక్తం కావు. కాని జీవ పరిణామానికి, జనాభాల మనుగడకూ ఉత్పరివర్తనము చాల ఉపయోగకరమైనది. 4. భౌతికశక్తులు (X-రే కరణాలు, కాస్మిక్ కిరణాలు, ఆల్ట్రావైలెట్ కిర

ణాలు, గామా కిరణాలు, ఉష్ణోగ్రత, అనేక రకాల రసాయనాలు (నైట్రస్ ఆసిడ్, ఆవనూనె, కార్బిసిస్) ఉత్పరిత ఉత్పరివర్తన జనకాలుగా పనిచేస్తాయి. 5. DNA అణువులోని చిన్న ఖండాలయన జన్యువుల రసాయన రచనలో కొద్దిపాటి మార్పుల వలన భిన్నమైన ఎంజైమ్ వ్యవస్థలు ఉత్పత్తి అవుతాయి. మార్పుచెందిన క్రొత్త DNA తరువాతి తరాలకు ఆసువంశికంగా సంక్రమిస్తుంది. 6. జన్యు ఉత్పరివర్తనలు వాటంతటవి జనాభాలలో వైవిధ్యాన్ని పెంపొందించటంలో ఎక్కువ ప్రభావాన్ని చూపించిక పోవచ్చు. కాని ఇవి ఇతర జన్యువులతో పరస్పర చర్యలు జరపడంవల్ల అనేక రకాల జన్యురూపాలు చెందడంతో వాటి ప్రాముఖ్యం ఎక్కువవుతుంది. ఈవిధంగా జీవపరిణామ గతి మీద వాటి ప్రభావం చాలా ఉంటుంది.

జన్యు ఉత్పరివర్తన చెందినప్పటికన్న క్రోమోజోమ్ ఉత్పరివర్తన చెందునప్పుడు ఫలితాలు ప్రముఖంగా ఉంటాయి. క్రోమోజోమ్ ఉత్పరివర్తనము ఒకసారి జరిగిన తరువాత అవి అనువంశికంగా ఉంటాయి. క్రోమోజోమ్ ఉత్పరివర్తనాలు వాటి సంఖ్యలో మార్పువల్ల గానీ, నిర్మాణంలో మార్పువల్లగానీ వస్తాయి, క్రోమోజోమ్ సంఖ్యలో మార్పువలన ముఖ్యంగా బహుస్థితికత్వము చెందిన మొక్కలు (Polyploids) వాటి జనక తరముకంటే చాల భేదంగాను, ఆరోగ్యంగాను ఉంటాయి. క్రోమోజోమ్, నిర్మాణంలో మార్పువలన కూడా జీవపరిణామానికి దారితీస్తుందన్న విషయాన్ని వృక్ష ప్రజననశాస్త్రం కొంతవరకు తెలియ జేస్తుంది.

క్రోమోజోమ్ పునస్సంయోజనము, ప్రకృతిలో జీవవైవిధ్యాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. పునస్సంయోజనంలో పూర్వస్థితిలో ఉన్న జన్యువులు అనేక రకాలుగా సంయోజనం చెందుతాయి. పునస్సంయోజనము పరిణామానికి అవశ్యకమైన జన్యు పదార్థా

లను సృష్టించడానికి తోడ్పడుతుంది. పునస్సంయోజనము సాధారణంగా ఇద్దరి జనకులనుండి వచ్చిన క్రోమోజోమ్లు మిశ్రమం చెందడంవల్ల విషమ యుగ్మజమైన వ్యక్తులు ఉత్పత్తి కావడం జరుగుతుంది. దీనివల్ల వైవిధ్యం ఉద్భవిస్తుంది. మార్పు పునరుత్పత్తి చెందిన క్రొత్తపరిసరాలకు అనుగుణంగా లైంగిక పరిణామ శక్తిని పెంపొందిస్తుంది. కనుక పునస్సంయోజనము పరిణామానికి మూలాధారము. పునస్సంయోజనము లేనియెడల జన్యు ఉత్పరివర్తనము చాల తక్కువస్థాయిలో జరుగుతుంది. ఉత్పరివర్తనము వైవిధ్యానికి మూలము. పునస్సంయోజనము పరిస్థితుల కనుగుణంగా వైవిధ్యాన్ని జనాభాలో వ్యాపింపజేస్తుంది.

**ప్రకృతివరణము** - జీవ పరిణామానికి సంబంధించిన డార్విన్ సిద్ధాంతాలలో ప్రకృతివరణ సిద్ధాంతము ఈనాటికి కూడా చాలమంది జీవశాస్త్రజ్ఞులచేత అంగీకరింపబడింది. మొక్కలలోను, జంతువులలోను అనునిత్యము జరిగే జీవన పోరాటాన్ని ప్రాతిపదికగా, పోటీలో నెగ్గడానికి అన్ని విధాలా తగిన వైవిధ్యాలున్న జీవుల ప్రకృతివరణం జరుగుతుందని డార్విన్ నూచించాడు ఈసూత్రం వ్యక్తులకు మాత్రమే వర్తిస్తుంది గాని జనాభాలకు మాత్రం వర్తించదని, జన్యు శాస్త్రజ్ఞుల ఆభిప్రాయము. అంతేకాకుండా వరణం ప్రకృతిలో తీవ్ర రూపంలో కనుపించదు. ప్రకృతి వరణానికి తరం నుండి మరొక తరానికి క్రమబద్ధంగాను, అనువంశికంగాను, పరిసరాల కనుగుణమైనమార్పులను తీసికొనివచ్చే ప్రభావం ఉంది, ప్రకృతివరణ ప్రభావ ఫలితంగా నూతన జన్మోత్పత్తిలోను, జన్యువుల పౌనఃపున్యంలోను ఒకతరంనుండి మరొక తరానికి మార్పులు వస్తాయి. పరిసరాల కనుగుణంగా ఒక జనాభాలో ఉపయుక్తమైన అనుకూలత గల జన్యులక్షణాల్ని ప్రకృతివరణం ప్రోత్సహిస్తుంది. అందుచేత పరిసరాల కనుగు

ణంగా జీవులు మనుగడను సాగించి, పరిణామం చెందుటకు ప్రకృతివరణం ముఖ్యసాధనము. ఈ విధంగా రకరకాల జీవులు వివిధ వాతావరణాలకూ, పరిసరాలకూ తగినట్లు అనుకూలతను వృద్ధిచేసుకొని పరిణామంచెందుటవలన మనం ఈనాడు చూస్తున్న వైవిధ్యం ఏర్పడి ఉండవచ్చు.

ప్రకృతివరణంలో లైంగిక సంబంధమైన స్వభావాం ప్రాముఖ్యాన్ని డార్విన్ గుర్తించి, లైంగికవరణ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు. జన్యువులలో లైంగికవరణపు మార్పు వలన జనాభాలలో మార్పును తేవడానికి అవకాశముందని, తెల్లని కండ్లు గల డ్రోసోఫైలా అను పండ్ల - ఈగలలో ప్రయోగాత్మకంగా నిరూపించారు. ఒక జనాభాలో తెల్లటి కండ్లుగల మగఈగలు మాత్రమే ఉన్నప్పుడు, తెల్లటి కళ్ళూ, మామూలు కళ్ళుగల ఆడ ఈగలు స్వేచ్ఛగా వాటితో సంకరం చెందుతాయి. కాని ఆ జనాభాలో మామూలు కళ్ళుగల ఈగలను చేర్చినట్లయితే, ఆడ ఈగలు, మామూలు కళ్ళుగల మగఈగలతో సంకరం చెందుటకు ఇష్టపడతాయి. అందువల్ల తెల్లటి కళ్ళుగల ఈగలశాతి క్రమంగా నశిస్తుంది జంతువులలో - ముఖ్యంగా పురుషజాతిలో - ఎక్కువ ఆక్రమణీయంగా ఉన్న ద్వితీయ లైంగిక లక్షణాలున్నప్పుడు, వాటికి జోడు కుదిరే అవకాశం ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇది లైంగికవరణానికి ఒక ఉదాహరణము. జంతువులలోనే కాక మొక్కలలోకూడా ప్రకృతివరణాన్ని ప్రయోగాత్మకంగా నిరూపించడానికి ఇటీవల చాల ప్రయత్నాలు జరిగాయి. 1928 సం॥లో సుకచ్ చ్యు (Sukatchew) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు క్రిమియా, లెనిన్ గ్రాడ్, ఆర్కెం జల్ అనే ప్రదేశాలనుండి విభేదాలుగల మూడు డెండిలియమ్ (Taraxacum officianale) మొక్కలను ఎన్నికచేశాడు. ఈ మూడు విభేదాలుగల మొక్కలు వాటి వరుసక్రమంలో సమశీతోష్ణ మండల, ఉపధృవ మండల, ధృవ మండల వాతా

వరణ పరిస్థితులకు అనుకూలత పొందినవి. ఈ మూడు విభేదాలుగల మొక్కలను ఒకే వాతావరణ పరిస్థితులలో దగ్గరదగ్గరగాను, ఎడంగాను, వాటిని మిశ్రమంగా, మడులలో పెంచినప్పుడు వరణ ప్రభావంవల్ల తమ జీవన మనుగడలలో అవి వ్యత్యాసం చూపించాయి. ఈ పరిశోధనవల్ల పరిసరాల కనుగుణంగా వరణం జరిగిందని సమర్థవంతమైన జన్యువులుగల మొక్కల పెరుగుదలను ప్రకృతి వరణము ప్రోత్సహించిందని తేలింది. ప్రకృతివరణం అణువుకు అణువుకూ మధ్యనుండి, సంఘాలకు సంఘాలకు మధ్యవరకు వర్తిస్తుంది. పరిస్థితుల కనుగుణంగా వరణస్వభావం కూడా మారుతుంది. మానవుడు అనాదిగా తన జీవిత ఆవసరాలకు సరిపోయే లక్షణాలున్న జంతు వృక్షజాతులను పెంచుతూ వచ్చేవాడు. అందువల్ల మంచి లక్షణాలున్న జంతువులలోనూ, వృక్షాలలోనూ వరణం జరిగింది. మానవ ప్రయత్నంచే జరిగిన వరణాన్ని కృతకవరణం మంటారు. దీని మూలంగా పెంపుడు జంతువులలోనూ, పంట, వృక్ష జాతులలోనూ కొత్త రకాలు ఉద్భవించాయి. కృతకవరణం కూడా ఒకవిధంగా ప్రకృతి వరణానికి దారి తీసిందన్న విషయాన్ని డార్విన్ గుర్తించాడు.

### జన్యు చలనము

సమర్థవంతంగా ఉన్న జన్యసంయోజకాలను ప్రోత్సహించి, వైవిధ్యానికి కారణభూతమైన శక్తిగా ప్రకృతివరణం పనిచేస్తుంది. దీని ఫలితం ఎప్పుడూ, ఒకేవిధంగా ఉంటుంది. జనాభాలు తాము నివసించే పరిసరాల కనుగుణంగా సమర్థవంతమైన ప్రత్యేక అనుకూలనాలు వృద్ధిచేసుకుంటాయి కనుక వరణము జీవపరిణామంలో ఒకముఖ్యపాత్ర వహిస్తుంది. దాని ప్రభావము జనాభాలోవుండే జీవుల మీద అత్యధికంగా ఉంటుంది. వైవిధ్యము, వరణము—ఈ రెండింటి పరస్పర చర్యల వలన సూక్ష్మ పరిణామం సంభవిస్తుంది. పరిణామంవల్ల వచ్చే

మార్పులన్నీ ఆయా పరిస్థితులకు అనుకూలమైనవిగా ఉంటాయి. వైవిధ్యము మీద వరణము చర్య జరపడంవల్ల పరిణామంలో చెప్పకోదగ్గ మార్పులు వస్తాయి. వైవిధ్యంవల్ల వచ్చే జనాభాలోని మార్పులకు ఒక వరణశక్తి మాత్రమే ప్రధానమైనది కాదని ఈనాడు శాస్త్రజ్ఞుల భావన.

కొన్ని జాతులలోని జనాభాలమధ్యగల వైవిధ్యంలోని విభేదములు వరణమువలన స్థిరత్వము కలిగి ఉండవు ఇటువంటి జనాభా విధానాలలో జన్యువులచే క్రమపరుపబడిన స్వభావములు యాదృచ్ఛికమైన వైవిధ్యాన్ని, పరిసరాలకు సంబంధం లేకుండా, జనాభాల మధ్య చూపిస్తాయి. స్వచ్ఛందంగాఉన్న ఈ యాదృచ్ఛిక వైవిధ్యం జనాభాల మధ్య ఉండడం అనేకమైన సందర్భాలలో జీవశాస్త్రజ్ఞులు చూశారు (జీవ పరిణామానికి వరణశక్తిమాత్రమే ప్రధానమైనది కాదని చెప్పడానికి). ఇలాంటి సందర్భాలలో పరిణామానికి వరణశక్తిమాత్రమే కారణమని చెప్పడం కష్టతరమౌతుంది. కొన్ని జనాభాలలో జన్యువులచే నియంత్రించబడిన స్వభావాలు అనుకూల ప్రాధాన్యతను కలిగి ఉంటాయి. అయినా మిగిలిన స్వభావాలు అననుకూలతనుకలిగి, అవి జనాభాలలో స్థిరపరుపబడి ఉంటాయి. ఇటువంటి అననుకూల స్వభావాలు, లేక తటస్థ (న్యూట్రల్) జన్యు సంయోజనములు, వరణపీడన శక్తి ఉన్నప్పటికీ ఉత్పత్తి అవుతాయి. ఈ విషయాన్ని ప్రయోగాత్మకంగా సీవాల్ రైట్ (Sea-wall Wright) జనాభాలకు సంబంధించిన జన్యు శాస్త్రపరిశోధనలను దృష్టిలో ఉంచుకొని, జీవ పరిణామానికి, మూడవ ప్రాథమికశక్తిగా నిర్వచించాడు. ఈ మూడవ ప్రాథమికశక్తి అనుకూలత దృష్ట్యా ఏవిధంగాను విలువలేని గుణాలు జనాభాలో స్థిరంగా ఉంటాయి. దీనినే జన్యుచలనం మంటారు. ఇది జనాభా పరిణామంలో ఒకముఖ్య పాత్ర వహిస్తుంది. సూక్ష్మ పరిణామానికి ఒక

శక్తిగా పనిచేసినప్పుడు, వైవిధ్యము వరణములతో పరస్పర చర్యజరిపి జన్యు సంయోజనాల నిష్పత్తిలో ఒకతరంనుండి ఇంకోతరానికి మార్పుతీసుకొని వస్తుంది.

డా. పి. మల్లికార్జున స్వామి

Further Reading

1. Savage J. M. (1969) Evolution, Reinhart and Winston Holt, Inc. New York.

2. Dodson E. O. (1960). Evolution, Process and Product; Reinhart publishing Corporation. New York.

3. Sastry R. L. N. (1972). Evolution (Telugu); Andhra Pradesh Telugu Akademi; Hyderabad.

## 69. స్పీ సి యే షన్

జీవుల వర్గీకరణాన్ని వాటిమధ్యగల వ్యత్యాసాలను ఆనుసరించి రూపొందించారు. ఉన్నతమైన వర్గాల మధ్యగల సరిహద్దులను తేలికగా గుర్తించవచ్చు. కాని నూతన పరిజ్ఞానం అందుబాటులోనికి రావడంతో ఉన్నత వర్గాల పరిమితులు కూడా మారుతూ ఉంటాయి. ఉదాహరణకు ఔన్ తామ్, హుకర్ ల వర్గీకరణ విధానం ప్రకారం రానేల్స్ క్రమంతో మాగ్నోలియేసి (Magnoliaeae), అనోనేసి (Anonaeae), రానంకులేసి (Ranunculaeae); మెనిస్పెర్మేసి (Menispermaceae), బెర్బురిడేసి (Berburidaceae), నింఫియేసి (Nymphaeae) మొదలైన, అనేకములగు కుటుంబాలున్నాయి. కాని హుచిన్సన్ (Hutchinson) తాఖత్ షన్ (Takhaton) వంటి ఆధునిక వర్గీకరణ శాస్త్రజ్ఞులు, ఈ కుటుంబాలన్నింటినీ మాగ్నోలియేలిస్ (Magnoliales), రానేలిస్ (Ranales) అనే భిన్న క్రమాలలో ఉంచవలెనని నిశ్చయించారు. ఈవిధంగానే పూర్వం మాగ్నోలియేసి (Magnoliaeae) కుటుంబములో ఉన్న డ్రిమిస్ (Drimys) వైజెండ్రా, (Schizandra), ఇలిసియమ్ (Illiaceam) వంటి ప్రజాతులను,

వాటిమధ్యగల కొన్నికొన్ని వ్యత్యాసాలను దృష్టిలో ఉంచుకొని, వాటిని కుటుంబాలుగా పరిగణిస్తూ ఉన్నారు. కనుక వర్గీకరణలో అంతకంతకు తక్కువస్థాయి సమాహారను తీసుకుంటే వాటిమధ్య విభేదము సున్నితమైన పరిశీలనా విధానాలను అవలంబిస్తే గాని తెలియదు. అంతే కాకుండా నూతన పరిజ్ఞానం అందుబాటులోనికి రావడంతో, ఉన్నత వర్గాల పరిమితులు మారుతూ ఉన్నాయి. కాని జాతుల (Species) సరిహద్దులను మాత్రం ఖచ్చితంగా నిర్ణయించవచ్చునని లిన్నేయస్ (Linnaeas) అభిప్రాయము. చాలమంది జీవ పరిణామ శాస్త్రజ్ఞులు తమకుతోచిన విధముగా నిర్ణయించడానికి ప్రయత్నించారు. కాని బేటీసన్ (Bateson) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు జాతి అనే పదాన్ని నిర్వచించడం అంత తేలిక గాదనీ, నిర్వచించలేమనీ అభిప్రాయపడ్డాడు. అయితే జాతి అనే పదాన్ని ఎవరు ఏవిధంగా నిర్వచించినా, ఒకేజాతిలోని వ్యక్తులమధ్య సహజ పరిస్థితులలో సంకరం ఫలితంగా ఫలవంతమైన సంతతి లభిస్తుంది. కాని ఇతర జాతుల వ్యక్తులతో సంకరం చెందవు. ఒక వేళ అలా సంకరం చెందితే, పాక్షికంగా గానీ,

పూర్తిగా గానీ దండ్యత్వం సంప్రాప్తిస్తుంది. ఈ లక్షణాలుగల జీవసముదాయాన్ని 'జాతి' అని నిర్వచించవచ్చు. కాని మొక్కలలో రెండు విభిన్న జాతుల మధ్య సంకరం జరిగి ఫలవంతమైన సందర్భాలు అనేకం ఉన్నాయి. అయినప్పటికీ జాతులమధ్య, మధ్యత్వము ఒక సామాన్య లక్షణంగా శాస్త్రజ్ఞులు పరిగణిస్తున్నారు.

వివిధ శాస్త్రజ్ఞుల నిర్వచనాల సారాంశాన్ని క్రోడీకరించినదైతే పరస్పర ప్రజననం జరుపుకోగలిగి, వాటిని పోలిన ఇతర సముదాయాలనుంచి పునరుత్పత్తిరీత్యా పృథక్కరణ చెంది ఉన్న జనాభా సముదాయం జాతి అని అభిప్రాయపడవచ్చు. పునరుత్పత్తి, పృథక్కరణ విధానాలు ఉత్పత్తి కావడాన్ని స్పీసియేషన్ (Speciation) అనుకోవలెనని మయర్ (Mayer, 1950) అభిప్రాయము. అయితే ఈ విధిప్రాయము సరియైనది కాదు. ఎందువలనంటే, ఆలైంగిక విధానాలద్వారా పునరుత్పత్తి జరుపుకొనే వృక్షజాతులకు ఈ నిర్వచనం వర్తించదు. కనుక వర్గీకరణ విధానాలసౌకర్యం కోసం జాతులను వేరుచేయడంలో ఇతర విధానాలను ఎన్నుకొనవచ్చునని గోల్డ్స్మిత్ (Gold-Schmith) అభిప్రాయపడినాడు. జాతి సమస్య జీవశాస్త్రంలో, పరిణామ శాస్త్రంలో అత్యంత మౌలికమైన సమస్యలలో ఒకటి. ఈ సమస్యకు ఇంకా సరియైన పరిష్కారం లభించలేదు.

జాతులను ఉపజాతులను నిర్ణయించడానికి వివిధ శాస్త్రజ్ఞులు నిర్వచించిన నిర్వచనాల మీద ఆధారపడడానికి వీలులేదు. ఉపజాతులను గురించి చర్చించే ముందు సుపరిచితమైన జాతులను ప్రయోగాత్మకంగా పరిశీలించడం అవసరం. భూమిమీద జాతులు అన్నిచోట్లా ఒకేవిధముగా విస్తరించి యుండవు. అట్రిప్లెక్స్ (Atriplex) అనే మొక్కల విస్తరణను ఉదాహరణకు తీసికొనవచ్చును. ఇవి సాధారణంగా సముద్రపు ఒడ్డున తేమగా ఉన్న

పల్లవు ప్రదేశాలకు పరిమితమై ఉంటాయి. అక్కడ కూడా ఈ మొక్కలు అన్ని చోట్లా ఒక విధముగా విస్తరించి ఉండవు. అక్కడ చిన్న చిన్న గుంపులుగా ఉండటం కనిపిస్తుంది. ఈగుంపు ఒక్కొక్కటి ప్రత్యేక రీతిలో ప్రవర్తిస్తుంది. ఒక గుంపులోని మొక్కలు ఒకదానిపై నొకటి పరస్పర చర్య జరుపుకొంటాయి. ప్రక్కనున్న ఇతర సముదాయాలతో సంబంధాలను కలిపించుకొనడానికి ఇవి సాధారణంగా వాటి మధ్యనున్న అంతరాన్ని దాటి వెళ్ళవు. ఒక సమూహములో నున్న మొక్కలు జన్యులక్షణాల్లో పోలికలు కనుబరుస్తాయి. ప్రక్కనే ఉన్న మరొక్క సమూహములోని మొక్కలను పరిశీలిస్తే వాటికి మొదటి సమూహానికి మధ్య జన్యులక్షణాలలో కొద్దిగా వ్యత్యాసాలు కనిపిస్తాయి. కనుక, ఒక్కొక్క సముదాయం (సమూహం) ఒక్కొక్క జనాభాగా వ్యవహరిస్తుంది. ఈ చిన్న సమూహపు రీతిని డీమ్ (Deme) అని వ్యవహరిస్తారు.

ప్రతి డీమ్ దాని చుట్టుప్రక్కల ఉన్న డీమ్లనుంచి కొంతవరకు పాక్షికమైన పృథక్కరణము చెంది ఉన్నప్పటికీ, వాటి మధ్య జన్యు వినిమయం (genetic exchange) జరుగుతుంది. అనేకములైన డీమ్ల సముదాయాన్ని జాతి అని చెప్పవచ్చు. జన్యు శాస్త్ర దృష్ట్యా డీమ్లు వివృత వ్యవస్థలు (open systems), సంవృత వ్యవస్థలు (closed systems) అని రెండు విధములు. ప్రతి డీమ్ దాని చుట్టూ ఉన్న డీమ్లనుండి కొంతవరకు పృథక్కరణంచెంది ఉంటుంది. సన్నిహిత సంబంధమున్న జాతులమధ్య రెండు ముఖ్యమైన పృథక్కరణ రీతులను గుర్తించవచ్చు. కొన్ని పరిస్థితులలో జన్యురీత్యా దగ్గర పోలికలున్న రెండు జనాభాను భౌగోళిక లేక ఆవరణ సంబంధమైన అవరోధం వేరుచేయవచ్చు. ఇటువంటి జనాభాలను ఆలోప్రెట్రిక్ జనాభాలు (alloptropic populations) అంటారు.

కొన్ని జనాభాలు వాటి జన్యురచనలలో భేదం చూపించి ఆవరణరీత్యా కొంతవరకు సామాన్య ఆవసరాలలో నివసిస్తూ ఉంటాయి. జన్యు రచనలో గల భేదం వల్ల వీటిమధ్య క్రియాత్మకమైన తేడాలు కనుపిస్తాయి ఇటువంటి జనాభాలను *సింపాట్రీ* జనాభా (sympatric populations) అంటారు.

ప్రాథమిక పరిణామ శక్తులవలన జాతుల జనాభా లలో వైవిధ్యరీతులు కనిపిస్తాయి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి: (A) యాదృచ్ఛికమైన వైవిధ్యము (random variation); (B) అయాదృచ్ఛిక వైవిధ్యం (non-random variation), దీనినే ఆవరణ సంబంధమైన వైవిధ్య (ecological variation) మని కూడా అంటారు. ఈ అయాదృచ్ఛిక వైవిధ్యమువలన తెగలు (races), కైనలు (chines) ఉత్పత్తి అవుతాయి. మొక్కలలోను జంతువులలోను కనుపించే వైవిధ్యము యాదృచ్ఛికంగా ఉంటుంది. ఒక జాతిలోనున్న జనాభాలలో ప్రతిడీమ్, దాని ప్రక్కనున్న డీమ్లకిన్న కొద్దిగా భిన్నంగా ఉంటుంది. ఒక జాతి విస్తరణను పరిశీలించినప్పుడు దానిలో కనుపించే వైవిధ్యం గణిబిజిగా ఉన్నట్లు తోస్తుంది. పరిసరాలకు అనుగుణంగా వైవిధ్యం రూపొందినట్లు కనుపించదు.

చాలా జీవులలో కనుపించే వైవిధ్యము అయాదృచ్ఛికమైనది. ఈ వైవిధ్యము అవి నివసించే పరిసరాలకు అనువుగా ఉంటుంది. అటువంటి సందర్భాలలో ఆ జాతిలో ఉన్న డీమ్కు డీమ్కు మధ్య మౌలికమైన లక్షణాలలో సంబంధము ఉంటుంది. కొన్ని డీమ్లు కలిసి చిన్న ఖండంగా ఏర్పడుతాయి. ఒక ఖండానికి ఇంకొక ఖండానికి మధ్య, జన్యురచనలో తేడాలు ఉంటాయి. ఇలా తేడాలు కనిపించినపుడు వాటిని తెగ (Races) లనీ, ఉప జాతులనీ వ్యవహరిస్తారు. ఉదాహరణకు స్క్విడెన్లో ఉండే హైరేసియమ్ అంబెల్లెటమ్, అనుమొక్కకు చెందిన జనాభాలు నాలుగు రకాల పరిస్థితులలో

పెరుగుతాయి: (1) కొస్తా వెంబడి ఉన్న ఇసుక తిన్నెలలోను, (2) ఇసుక నేలల్లోను, (3) పర్వతాగ్రాలలోను, (4) అడవులలోను అవి పెరుగుతాయి. ఈ జాతిలోని జనాభాలను పరిశీలిస్తే అవి కొన్ని మౌలిక లక్షణాల్లో సంబంధము కలిగి, మిగిలిన లక్షణాలు పరిసర పరిస్థితుల కనుగుణంగా సామ్యాన్ని చూపిస్తాయి. అలాంటి సందర్భాలలో వాటిని నాలుగు తెగలుగా భావించవచ్చు.

### పృథక్కరణ విధానాలు

ఒక జాతిలోని తెగలకూ ఉపజాతులకూ మధ్య కొన్ని మౌలిక జన్యు లక్షణాలుండటంవల్ల ప్రజననం సాధ్యపడుతుంది. కాని జాతుల విషయంలో ఇది వేరుగా ఉంటుంది. ఎందువలనంటే దగ్గర సంబంధంగల కొన్ని జాతులు వేరు వేరు స్థలాలలో నివసించడం వల్లను, ఒక స్థలంలో ఉన్న ప్రత్యేక పృథక్కరణ విధానాలు పనిచెయ్యడం వల్లను, వాటి మధ్య జన్యు వినిమయం జరగడం సాధ్యం కాదు. అంతేకాకుండా పునరుత్పత్తికి బాహ్య అవరోధాల రూపంలో పృథక్కరణ విధానాలు పనిచేస్తాయి మొక్కలలో రెండు వేరు వేరు జాతుల మధ్య సంకరము జరిగి సంతతిని ఉత్పత్తిని చేసిన సందర్భాలు అనేకం ఉన్నాయి. ఈ సంతతులు జనకజాతుల లక్షణాలన్నింటిని కలిగి ఉంటాయి ఇలా ఉత్పత్తి అయిన సంతతి కొద్దికాలం మాత్రమే మనుగడను సాగిస్తుంది. ఎందువలనంటే జనకుల జన్యు పదార్థాల మధ్య ఘర్షణ ఫలితంగా జన్యు సమ్మేళనానికి అంతర అవరోధాలు (internal barriers) ఏర్పడుతున్నట్లు స్పష్టమౌతుంది. ఈ కారణం వల్ల ఇటువంటి సంకర సంతతులు నశిస్తాయి. వివిధ జాతుల మధ్య ఉండే పృథక్కరణ, స్థాన సంబంధమైనదిగా ఉంటుంది. ఇది అల్లోపాట్రీక్ జనాభాలలో తరచు కనిపిస్తుంది. జన్యు సంబంధమైన పృథక్కరణ, బాహ్య అవరోధాలవల్లగానీ, అంతర అవరోధాలవల్లగానీ జరుగుతుంది.



బాహ్య అవరోధాలు, ముఖ్యంగా పునరుత్పత్తికి, సంగమ పూర్వ పృథక్కరణమునకూ సంబంధించినవి. ముఖ్యంగా :- (1) ఆదరసంబంధమైనవి (జంటలు కలవవు). (2) ఇతరాజక్ (జంటలు కలవవు), (3) స్వరూపాత్మకమైనవి, ఈ పృథక్కరణలో జంటలు కలుస్తాయిగాని సంయోగ జీవుల మార్పిడి జరగదు.

పృథక్కరణ విధానాలు ఒక్కొక్కసారి వివరమౌతూ ఉంటాయి. పృథక్కరణ విధానంవల్ల వేరయిన జాతులు ఉపజాతులు అప్పుడప్పుడు సంకర సంతతులను ఉత్పత్తి చేస్తాయి. హిమానీనదాల కాలము (Glacial age)లో వేరైన జనాభాలు, జాతులుగాను, ఉపజాతులుగాను రూపొందినాయి. కాని హిమానీనదాలు తొలగిపోవడంతో వేరైన జనాభాలు మళ్ళీ వాటి పూర్వ స్థానాలకు పోయినాయి. అటువంటిప్పుడు వాటి మధ్య సంకరం జరగడానికి అవకాశం ఉంది. ఈ అవకాశాలను ఆధారం

చేసుకొని కొన్ని జాతులు ప్రజాతులు ఉత్పత్తి అవుతాయి.

జాతులు, ఉపజాతులు ఒకదాని నుండి ఒకటి ఏ విధంగా పృథక్కరణం చెందుతాయో తెలుసుకోవడానికి పరిణామ శాస్త్రజ్ఞులు చాల పరిశోధనలు జరుపుతున్నారు. ఎందువల్లనంటే ఈ ఆంశము పరిణామంలో ప్రముఖ పాత్ర వహిస్తుంది.

### FURTHER READING

1. Eaton, T. H (1970). Evolution; Thomas Nelson's & Sons; London.
2. Sastry, R. L. N. (1972). Evolution, Andhra Pradesh Telugu Akademi; Hyderabad.
3. Solbrig, O. T. (1970); Principles and Methods of Plant Bio-systematics; Mcmillan & co, London.

డా॥ పి. మల్లికార్జునస్వామి.

## 70. జీవ అవిచ్ఛిన్నత

బహుకణ జీవులను, ఏకకణ జీవులతో పోల్చినచో బహుకణ జీవులు అశాశ్వతములు (Mortals). ఉదాహరణకు మానవుడు సామాన్యముగా వందసంవత్సరముల వరకు మాత్రమే బ్రతకగలుగుచున్నాడు. అయితే వాస్తవానికి ఈ అశాశ్వతత్వము శారీరకకణము (Somatic cells) లకు మాత్రమే వర్తిస్తుంది. ఈ సత్యానికి వ్యతిరేకంగా మానవుల బీజకణములును, తదితర సమస్త జీవరాసులయొక్క బీజకణములును కొన్ని లక్షల సంవత్సరములుగ జీవించగలిగియుండి శాశ్వతములై వున్నవి. ఈ జీవ అవిచ్ఛిన్నత సకల జీవరాసులు తమంతట తామే పునరుత్పత్తి చేసుకొనగల

శక్తిపై ఆధారపడి వుంటుంది. ప్రస్తుతపు జీవరాసులన్నియు కొన్ని లక్షల సంవత్సరముల క్రిందట ఉత్పత్తియైన జీవరాసుల బీజోత్పత్తికి సంబంధించి యుండి అప్పటినుండి వైవిధ్యము చెందుచున్నవి. ఈ విధముగ భవిష్యత్తులో కూడా కొనసాగుతూ వుంటుంది.

జీవియొక్క పునరుత్పత్తి అలైంగికము, లైంగికము అను రెండు పద్ధతులలో జరుగుతుంది. చాల ఏకకణ జీవులు తమ పునరుత్పత్తిని ఎక్కువగ అలైంగిక పద్ధతిలో సమవిభజన ద్వారానూ, లైంగిక పద్ధతి ద్వారానూ కూడా జరుపుకొనును. బహుకణ జీవులలో సమవిభజన, కణముల సంఖ్యను ఎక్కువ

చేయుటకు తోడ్పడుతుండేకాని పునరుత్పత్తికికాదు. కాని కొన్ని జంతువులు అలైంగిక పద్ధతిద్వారా పునరుత్పత్తి జరుపుకొనగలవు. ఈపద్ధతి సాధారణంగా బహుకణపు మొక్కలలో సంభవిస్తూ వుంటుంది. ఉదాహరణకు గులాబి, ఎఱ్ఱగన్నేరు, మందారకొమ్మలు (Cuttings), బల్బులు (Bulbs) అలైంగిక పద్ధతి ద్వారా, వ్యాప్తిస్తూ వుంటాయి. ఈపద్ధతిలో ఒక తరమునుండి తరువాత తరమునకు పుత్పత్తి అయ్యే సంతానము చాలావరకు జనక తరమునే పూర్తిగా పోలి వుంటుంది. లైంగికోత్పత్తి అలా కాకుండా జననీ జనకుల లక్షణములను కలుపుతూ వైవిధ్యమునకు దారితీస్తుంది.

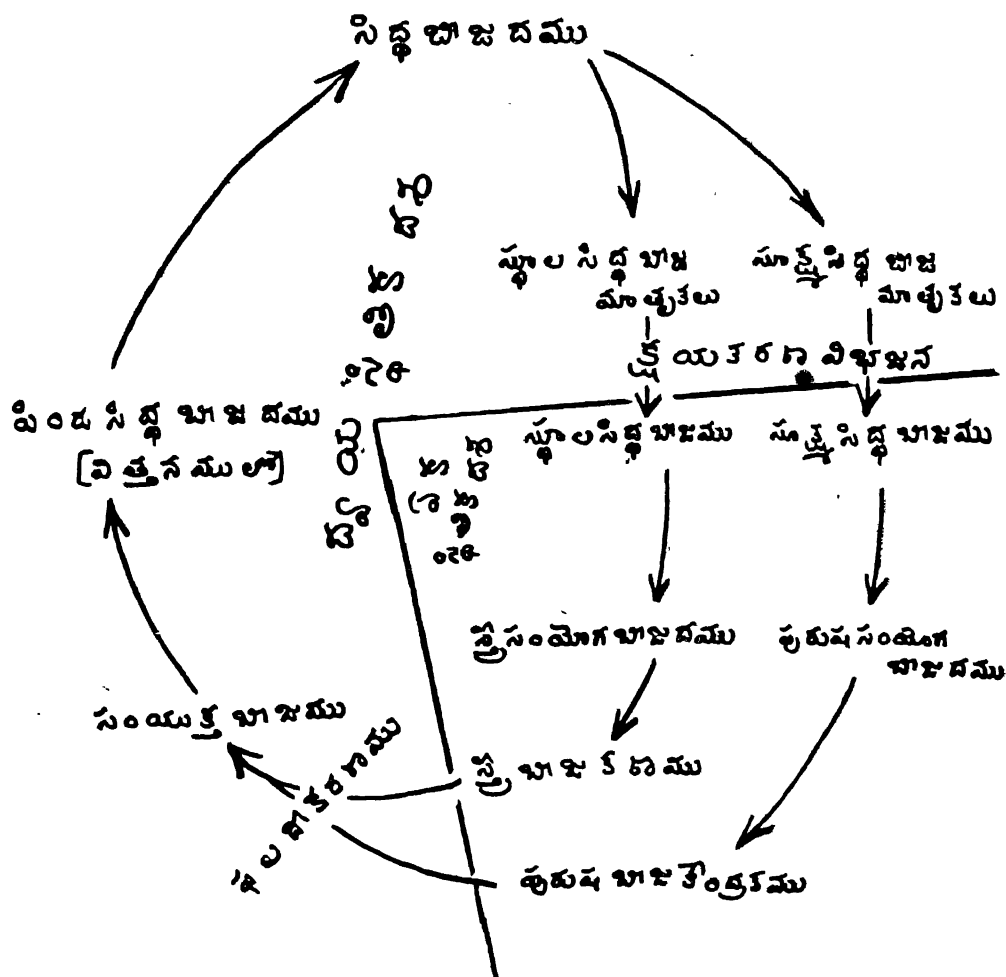
జంతు, వృక్షములలో లైంగికోత్పత్తి ఒక్కొక్క లింగము పుత్పత్తిచేసే ఒక్కొక్క రకమైన సంయోగబీజాల మీద ఆధారపడి వుంటుంది. స్త్రీ లింగము స్త్రీ బీజ కణములను, పురుషలింగము పురుష బీజకణములను పుత్పత్తి చేస్తాయి. ఈ సంయోగబీజాలను పుత్పత్తిచేసే అవయవాలను లైంగిక అవయవాలు (Sex Organs) అని అంటారు. ఈ అవయవాలను జంతువులలో స్త్రీ బీజకోశము (Ovary), పురుషబీజ కోశము (Testes), అనియు, వృక్షాలలో అండాశయము (ovary), పుష్పాడి తిత్తులు (Anthers) అనియు అంటారు. ఈ రెండు అవయవాలను ఒకేమొక్క కలిగివుండవచ్చును. లేదా వేర్వేరుమొక్కలలో అవివుండవచ్చును ఈ విధముగానే జంతువులలో కూడా ఒకే జీవి స్త్రీ బీజకణములను, పురుష బీజకణములను, పుత్పత్తిచేయవచ్చును (ఉ: వానపాము); లేదా స్త్రీ బీజకణములు, పురుష బీజకణములు, వేర్వేరు జీవులలో పుత్పత్తి కావచ్చును (ఉ: మానవులు). సంయోగ బీజము (స్త్రీ బీజకణము, పురుషబీజకణము)లను పుత్పత్తిచేసే కణాలు, జీవియొక్క బీజశ్రేణి (Germ line)కి చెంది ఒకతరమునుండి వేరొక తరమునకు జీవ అవిచ్ఛిన్నతను నిర్వహిస్తూవుంటాయి. జీవు

లలో వుండే మిగిలిన కణములన్నియు శారీరక శ్రేణి (Soma line)కి చెందుతాయి. ఈ శారీరక కణాలు విచ్ఛిన్నాలు (Discontinuous). ఈ కణాలు, జీవితన జీవితము మొదలిడినపుడు, బీజ శ్రేణినుండి వుద్భవించి, జీవియొక్క మరణముతో అదృశ్యమౌతాయి. ఈ కణాలు పునరుత్పత్తిలో ప్రత్యక్షపాత్ర వహించవు.

ఒక జీవియొక్క క్రోమోజోముల సంఖ్య సాధారణ మైనటువంటి ద్వయస్థితిక సంఖ్య నుండి ఏకస్థితిక సంఖ్యకు తగ్గించు చర్యను క్షయకరణ విభజన (Meiosis) అందురు. ఈ పద్ధతిద్వారా ఏకస్థితిక సంఖ్య కలిగిన సంయోగ బీజాలు ఏర్పడతాయి. మొక్కలలో సంయోగ బీజాల పుత్పత్తి, స్థూల సిద్ధ బీజ మాతృకణాల (Microspore mother cells) యందు క్షయకరణ విభజన ద్వారా జరుగును. జంతువులలో ఈ చర్య, స్త్రీ బీజ కోశము నందును, పురుష బీజకోశము నందును; జరిగి అండము (Ova)లను, పురుష బీజము (Sperms)లను పుత్పత్తి చేయును.

ఒక పురుష బీజము, ఒక స్త్రీ బీజముతో ఫలదీకరణము చెంది, ఒక సంయుక్త బీజమును ఉత్పత్తి చేయును. ఈ విధంగా రెండు సంయోగ బీజాల కలయిక వలన ఒక సంపూర్ణ సమాహమైనటువంటి క్రోమోజోముల జతలు (ద్వయ స్థితికములు) ఏర్పడుతాయి. ఈ విధంగా తయారైన సంయుక్త బీజము పెక్కు సమవిభజనలు పొందును. తత్ఫలితముగ ఏర్పడిన కణాలు, కణజాలాలుగా, అవయవాలుగా విభేదనము (differentiation) చెంది, సంపూర్ణ జీవిగా ఏర్పడును. ఇలా సంపూర్ణ జీవిగా తయారగుటకు కావలసిన సమాచార మంతయు సంయోగ బీజాల యందలి క్రోమోజోములు కలిగి వుంటాయి.





పటము 2. పుష్పించు మొక్క జీవితచక్రము

RNA (Ribo Nucleic acid) ప్రతినీధం  
 ద్వారా ప్రోటీనుం సంశ్లేషణమును ఆధీనములో  
 వుండుతూ, సర్వజీవరాసుం ఐవాముతాభివృద్ధి  
 వాటి విశిష్టతను ఆదువులో ఉండుకొంటుంది.

బహుకణ జీవులలో పురుష, స్త్రీ సంయోగ  
 బీజముల కలయికచే ఏర్పడిన సంయుక్త బీజము,  
 ఇలా ఆనవంశికముగా సంక్రమించిన క్రోమో  
 జోమ్తోను, అందలి జన్యువులతోను ఒక కొత్త  
 తరమును మొదలిడి, ఒక సంపూర్ణ జీవిగా అభివృద్ధి  
 చెందుతుంది. మొదట ఈ సంయుక్త బీజము చాల

సూక్ష్మ పరిమాణము కలిగిన ఏక కణము. బాగా అభివృద్ధి చెందిన జీవితో పోల్చినచో యిది చాల చిన్నదిగా వుంటుంది. ఇది ముందు చెప్పినట్లుగా రెండు సమజాతీయ క్రోమోజోముల సమాహమ లను, ఒక్కొక్క సమాహమను వేర్వేరు జననీ జనకుల సంయోగ బీజాల ద్వారా పొందుతుంది. ఈ క్రోమోజోమ్లు సంపూర్ణ జీవిగా అభివృద్ధి చెందుటకు కావలసిన జన్యు సమూహార మంతయూ కలిగి ఉండును. జీవి అభివృద్ధి, కణ విభజన (Morphogenesis), రూపపరిమాణముల నిర్ణయం,

విభేదనము, వివిధ రకాల కణముల ప్రత్యేకీకరణము (Specialisation) అను చర్యలతో కూడి వుంటుంది.

జంతువులలో-ముఖ్యముగా సకశేరుకా (Vertebrate) లలో-సాధారణంగా సంయుక్త బీజము పెక్కు సమ విభజనలు పొందుతుంది (పటము. 1). విదళనము (cleavage)చే ఏర్పడిన ఈ సమూహమును బ్లాస్టులా (Blastula) అని అంటారు. తరువాత వివిధ వేగములతో రీతులతో జరిగిన సమ విభజనల వల్ల ఏర్పడిన పిండాన్ని గాస్ట్రులా (Gastrula) అని అంటారు. గాస్ట్రులను ఎక్టోడర్మ్ (Ectoderm), మీసోడర్మ్ (Mesoderm), ఎండోడర్మ్ (Endoderm), అని మూడు ముఖ్య భాగాలుగా విభజింపవచ్చును. కడపటి దశలో, ఎక్టోడర్మ్ చర్మముగాను, మీసోడర్మ్ కండరాలు రక్తము ఎముకలుగను, ఎండోడర్మ్ జీర్ణవాహిక గను విభేదనము చెంది సంపూర్ణముగా అభివృద్ధి చెందిన జీవి ఏర్పడుతుంది. ఈ విధంగా అభివృద్ధి చెందిన జీవులు మరల పునరుత్పత్తి వలన, సంయుక్త బీజములను ఉత్పత్తిచేసి పైన వివరించిన విధంగా జీవిత చక్రమును (Life cycle) అవిచ్ఛిన్నముగ కొనసాగిస్తూ వుంటాయి.

మొక్కలలో-ఉదాహరణకు పుష్పించే మొక్కలలో-పురుష బీజ కణముతో అండములోని స్త్రీ బీజ కణము కలయుటచే ఏర్పడిన సంయుక్త బీజము సమవిభజనలచే, క్రమానుసారముగ పిండమైన మొక్క (Embryo plant)గ యేర్పడును (పటము-2). ఇంతలో అండ కవచము, బీజ కవచముగ మారును. బీజ కవచముతో కప్పబడిన పిండమునే విత్తనము అంటాము. అనుకూల పరి

స్థితు లేర్పడినపుడు యీ విత్తనము అంకురణము (Germination) చెంది, పెద్ద మొక్కగా అభివృద్ధి చెందుతుంది. ఇది స్థూల సిద్ధ బీజాలను, నూష్ణ సిద్ధ బీజాలను ఉత్పత్తి చేస్తుంది; కాబట్టి దీనిని సిద్ధ బీజదము (Sporophyte) అని అంటారు. ఈ దశలో క్రోమోజోమ్లు ద్వయస్థితి కముగ వుంటాయి. స్థూల సిద్ధ బీజాలలో, నూష్ణ సిద్ధ బీజాలలో క్షయకరణ విభజన చెంది ఏకస్థితి కములైన సంయోగ బీజదము (Gametophyte) లను అవి ఉత్పత్తి చేస్తాయి. సంయోగ బీజదము సంయోగ బీజాలను ఉత్పత్తి చేస్తుంది. అటు తర్వాత దశ, ఫలదీకరణము. ఈ విధముగ మొక్క తన జీవిత చక్రమును అవిచ్ఛిన్నముగ కొనసాగిస్తూ వుంటుంది.

పైన వివరించిన విషయములను బట్టి DNA ప్రతికృతి, జీవపునరుత్పత్తికి, జీవ అవిచ్ఛిన్నతకు మూలాధారమని తెలిసికొనగలము.

డా॥ కె. వి. మాధవరావు

## FURTHER READING

1. KOPPELMAN, R. THE NEW BIOLOGY; Addison - Wesley Publishing Company, Inc. Reading, Massachusttes. 1961.
2. SIMPSON, G.G. AND W.S. BECK; LIFE: AN INTRODUCTION TO BIOLOGY. HARCOURT, BRACE & WORLD, Inc. New YORK, 1965.

# 71. క్రోమోజోములు : జీవనము

(Chromosomes and Life)

విల్ హెల్మ్ హఫ్మెస్టర్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు 1848వ సంవత్సరంలో క్రోమోజోమల ఉనికిని నిరూపించాడు. ప్రతి జీవకణంలోను కేంద్రకమనేది అతిముఖ్యమైన కణంగా ఉంటుంది. సూక్ష్మదర్శనితో చూచినపుడు కేంద్రకం సాధారణంగా గుండ్రంగా వుంటుంది. కేంద్రకంలో క్రోమోజోమలు ఇమిడి వుంటాయి. కాని విభజన జరిగే జీవకణంలో మాత్రం, క్రోమోజోమలను సూక్ష్మదర్శనితో స్పష్టంగా గుర్తించ వచ్చును. జీవి యొక్క స్వభావాన్ని, లక్షణాలను, సర్వ జీవ ప్రక్రియలను క్రోమోజోములు అదుపులో వుంచుతాయి. క్రోమోజోమలలో జన్యువులు (genes) ఇమిడి వుంటాయి. ఇవి స్వయం ప్రతిపత్తి కలిగి వుండి వంశపరంపరగా లక్షణాలను సంక్రిమింప చేయును.

మొక్కలలోను, జంతువులలోను - ప్రతి జాతిలోను - క్రోమోజోమల సంఖ్య, స్వరూపము, నిర్దిష్టంగా వుండును. క్రోమోజోమలలో గాఢంగా అభిరంజనము (Stain) తీసుకొను క్రోమాటిన్ (Chromatin) అనే పదార్థముంటుంది. కణవిభజన జరిగే కణాలలోనే వీటి స్వరూపాది వివరాలను గుర్తించవచ్చును. క్రోమాటిన్ పొగులు (fibres) అతిసూక్ష్మంగా వుండుటచే, కణ విభజన జరగని సమయంలో, సూక్ష్మదర్శనితో వీటిని గుర్తించటకు వీలుపడదు.

**క్రోమోజోములు - స్వరూపము:**

సమవిభజన ( Bitosis ) చెందుతున్న కణములో మధ్యస్థదశ లేదా (Metaphase) చలనదశ (Anaphase) లో క్రోమోజోముల

స్వరూపాన్ని వివరంగా పరిశీలించ వచ్చును. మధ్యస్థ దశలో ప్రతి క్రోమోజోము నందు రెండు క్రోమాటిడ్లు, నిలువుగా కలసి వుంటాయి. క్రోమోజోములోని రెండు క్రోమాటిడ్లు నిడివిలో ఏదేని ఒక బిందువువద్ద కలసి వుంటాయి. ఈ బిందువును సెంట్రోమియర్ (Centromere) లేదా ప్రాథమిక కుంచనము (primary constriction) అంటారు. క్రోమాటిడ్లను ఆవరించే పదార్థాన్ని మాత్రక (matrix) అంటారు. దీని వెలుపల పల్చనిపొర (pelliole) వుంటుంది. సెంట్రోమియర్ స్వరూపము మిగతా భాగం కన్న భిన్నంగా వుంటుంది. సాధారణంగా ప్రతి క్రోమోజోముకు ఒకే ఒక సెంట్రోమియర్ స్థిరమైన స్థానంలో వుంటుంది. సెంట్రోమియర్ కు యిరువైపులావున్న క్రోమోజోమ్ భాగాలను బాహువులు (arms) అని అంటారు. క్రోమోజోమలయొక్క బాహువుల నిడివి సెంట్రోమియర్ యొక్క ఉనికిని బట్టి మారుతుంది. సెంట్రోమియర్ ఉనికిని, బాహువుల నిడివినిబట్టి, ఒక కణంలోని వివిధ క్రోమోజోమలను సులువుగా గుర్తించ వచ్చును. ఏదేని ఒక మొక్కయొక్క, లేదా జంతువుయొక్క కణాలలో క్రోమోజోమల స్వరూపాన్ని పరిశీలించి గీచిన రేఖాపటమును ఇడియోగ్రామ్ (Idiogram) అని అంటారు. షయకరణ (Meiosis) విభజన చెందుతున్న కణంలో ప్రాథమిక దశ I (Prophase I) లో కూడా క్రోమోజోమ్ల స్వరూపాన్ని గూర్చి పరిశీలించవచ్చును.

## క్రోమోజోములు-జీవిత చరిత్రలో

## వచ్చుమార్పులు

ప్రతి జీవి ప్రథమంగా ఏకకణంగానే జీవితం ప్రారంభిస్తుంది. ఈ ఏకకణాన్ని వాస్తవంగా సంయుక్త బీజము (Zygote) అని అంటారు. శ్రీ, పురుష బీజాలలోని కేంద్రకములు కలసి సంయుక్త బీజములోని కేంద్రకము ఏర్పడుతుంది. సంయుక్తబీజము అనేక విభజనలు చెంది, బహుకణస్థితిని పొంది క్రమంగా ఒక పెద్ద మొక్కగా కాని, జంతువుగాని రూపొందుతుంది. వీటి శరీరంలోని కణాలలో క్రోమోజోము సంఖ్య ద్వియకస్థితి (diploid) దశలో వుంటుంది. లైంగికోత్పత్తి ద్వారా పునరుత్పత్తి జరిగే జీవులన్నింటిలోను క్రోమోజోముల సంఖ్య యిదేవిధంగా మార్పు చెందుతుంది లైంగికావయాలలో

శ్రీ, పురుష బీజాలు ఏర్పడేటప్పుడు ద్వియక స్థితిలో వున్న క్రోమోజోములు క్షయకరణ విభజన చెంది, ఏకస్థితిక దశకు తగ్గుతాయి. మరల శ్రీ, పురుష బీజాలలోని కేంద్రకములు గర్భధారణము (fertilisation) ద్వారా సంయోగము చెంది ద్వియకస్థితిని పొందుతాయి. లేనిచో క్రోమోజోముల సంఖ్య ప్రతి తరానికి రెట్టింపు అవుతుంది. లైంగికంగా పునరుత్పత్తి జరిగే మొక్కలలోను, జంతువులలోను జీవితచరిత్రలో యీవిధంగా స్థితి మారుతుంది.

## క్రోమోజోముల సంఖ్య

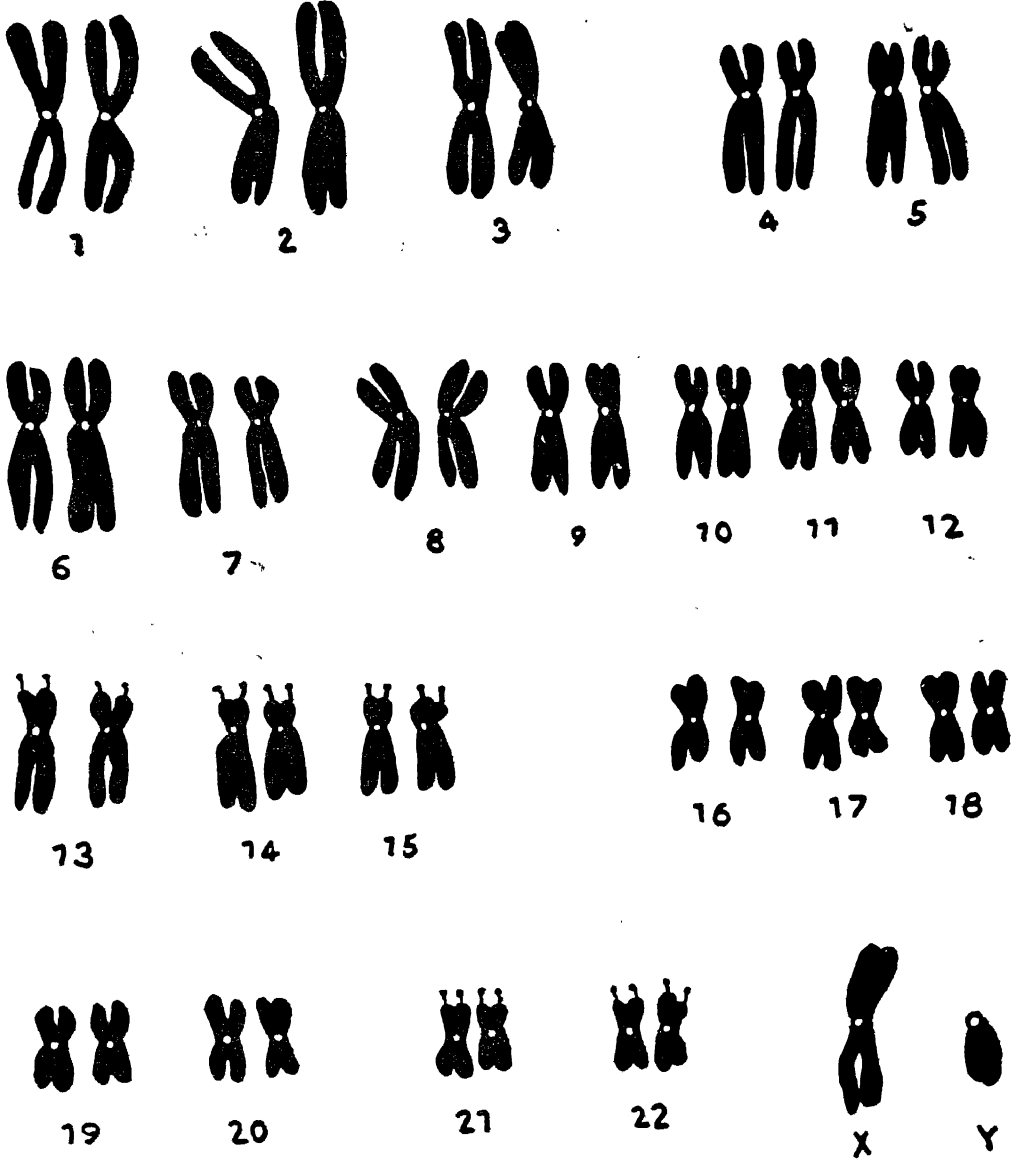
దిగువ నిచ్చిన పట్టికలో కొన్ని మొక్కలలోని, జంతువులలోని క్రోమోజోముల సంఖ్యలు యివ్వబడినవి.

కొన్ని మొక్కలు, జంతువులలోని క్రోమోజోముల సంఖ్య పట్టిక

మొక్క/జంతువు శాస్త్రీయనామము	క్రోమోజోముల సంఖ్య	
	శ్రీ, పురుష బీజాలలో సంఖ్య ఏకస్థితికదశ గుర్తు = n	సంయుక్త బీజము (శరీరావయవాలలోని కణాలలోని సంఖ్య) ద్వియకస్థితికదశ గుర్తు = 2n
1. డ్రోసోఫైలా మెలనోగాస్టర్ (పండ్లమీద ఉండే ఒకరకమైన ఈగ)	4	8
2. హోమో సెపియన్స్ (మనుష్యుడు)	23	46
3. హేష్టోపాపస్ గ్రాసిలిస్ (కంపోజిటే కుటుంబానికి చెందిన మొక్క)	2	4
4. ఎలియం సిపా (నీరల్లి, ఎర్రగడ్డ)	8	16
5. జియా పేజ్ (మొక్కజొన్న)	10	20
6. ఒరైజా నలైవా (వరి)	12	24
7. ఒఫియోగ్లాసమ్ రెడిక్యులేటమ్ (చెరిడోఫైటా వర్గానికి చెందిన మొక్క)	315	630

ఉన్నత శ్రేణికి చెందిన మొక్కలలో, జంతువులలో, విభజన జరగని సమయంలో కేంద్రకము

బిందువులా కనబడుతుంది. క్రోమోజోములను గుర్తించుటకు వీలుకాదు. ఇవి, కణవిభజన ప్రారంభం



పటము 1. క్రోమోజోములు.

మనుష్యులందు పురుషుని క్రోమోజోముల తాపచిత్రము (Idiogram). ప్రతి క్రోమోజోములోను బోలొగ చూపించిన భాగము సెంట్రోమియర్. ఇందు, 1 నుండి 22 వరకు పున్న జతలను ఆటోజోములనీ, X, Y క్రోమోజోములను లైంగిక క్రోమోజోములనీ అంటారు. మొత్తం 46 క్రోమోజోములను గమనించుము. స్వయాపాన్నిబట్టి పీనిని వివిధ సముదాయాలుగా వర్గీకరించవచ్చు.



భంలో సన్నగాను, పొడవుగాను నూలుపోచలవలె వుంటాయి. కణవిభజన జరిగే సమయంలో క్రమంగా ముతకదేలి, కురచబారి పరిశీలనకు వీలుగా ఉంటాయి.

బాక్టీరియా వంటి వర్గాలలో క్రోమోటిన్ పదార్థము కణంలో వుంటుంది కాని కేంద్రకము నిర్దిష్టంగా వుండదు. ఉన్నత జాతి మొక్కలలోను, జంతువులలోను, క్రోమోజోముల ఆకారం స్థిరంగా వుంటుంది. వివిధ జీవులలోను, వీటి పరిమాణాలలో వ్యత్యాసం వుంటుంది. విభజన పూర్తి అయ్యాక, మరల వాటి పూర్వ స్వరూపాన్ని పొందుతాయి. మనుష్యులలో క్రోమోజోముల పొడవు 2-10 మైక్రాను (మిల్లీమీటర్ లో 1/1000 భాగాన్ని మైక్రాన్ అంటారు) వరకు వుంటుంది. అన్నీ, ఒకే పరిణామంలో వుండక, కొన్ని పొడవుగాను, మరికొన్ని కురచగాను వుంటాయి. క్రోమోజోములను పరిమాణము, స్వరూపాన్ని బట్టి, వివిధ సముదాయాలుగా, వర్గీకరించవచ్చును.

మనుష్యులలో క్రోమోజోముల సంఖ్యను, స్వరూప వివరాలను పరిశీలించుదాము. స్త్రీ, పురుష బీజ కణాలలో 23 క్రోమోజోములు వుంటాయి. వీనినే ఏక స్థితికము లేక సమూహము అంటారు. స్త్రీ, పురుష బీజకణాలు సంయోగం చెంది సంయుక్త బీజకణం ఏర్పడుతుంది. దీనియందు క్రోమోజోములు ద్వయకస్థితిలో అనగా 46గా వుంటాయి. సంయుక్త బీజకణం అనేక మార్లు విభజన చెంది క్రమేవీ ఒక వ్యక్తి ఏర్పడుతుంది. ఇదేసంఖ్య ప్రతి శారీరక కణంలోను వుంటుంది. లైంగిక పునరుత్పత్తి జరిగే ప్రతి జీవిలోను క్రోమోజోముల సంఖ్య యీ విధముగా మార్పు చెందుతుంది.

మనుష్యులలో శారీరక కణాలలో క్రోమోజోములు 46 వుంటాయి. అనగా 23 జతలుగా వుంటాయి. వీటిలో 23 క్రోమోజోములు స్త్రీ బీజ

కణమునుంచి, మరొక 23 క్రోమోజోములు పురుష బీజ కణమునుండి సమాన సంఖ్యలో అందజేయబడతాయి. ఉభయకణాలలోను 22 క్రోమోజోములు ఒకే విధంగా ఉంటాయి. స్త్రీ బీజకణంలో వుండే 23 వ క్రోమోజోమును 'X' క్రోమోజోమ్ అనీ, పురుష బీజ కణంలో వుండే 23 వ క్రోమోజోమును 'Y' క్రోమోజోము అనీ అంటారు. స్త్రీ శరీరంలోని కణాలలోని క్రోమోజోములలో 44 ఆటోజోములు, రెండు 'X X' అనే లైంగిక క్రోమోజోములు వుంటాయి. పురుష శరీరంలోని కణాల్లోని క్రోమోజోములలో 44 ఆటోజోములు, 'XY' అను రెండు లైంగిక క్రోమోజోములు వుంటాయి. 'X Y' క్రోమోజోమ్ లను లైంగిక క్రోమోజోములనీ, మిగిలిన 22 జతలను ఆటోజోమ్ లనీ అంటారు.

మనుష్యులలో కొన్ని సందర్భాలలో క్రోమోజోముల సంఖ్యలో ఎక్కువ తక్కువలు వుంటాయి. టర్నర్స్ సిండ్రోమ్ (Turner's Syndrome) ఏర్పడిన వ్యక్తిలో 54 ఆటోజోమ్లు, ఒకే ఒక 'X' లైంగిక క్రోమోజోమ్ వుండి, రెండవది లోపిస్తుంది. మొత్తం క్రోమోజోములు 45 మాత్రం వుంటాయి. ఈ వ్యక్తిలో బాహ్యంగా స్త్రీ లక్షణాలే వుండినా లైంగికావయవాలలో విలక్షణాలు కనబడతాయి. క్లైన్ ఫెల్టర్ సిండ్రోమ్ (Klinefelter's syndrome) ఏర్పడిన వ్యక్తిలో కూడా కొన్ని దృశ్య వికారాలు ఏర్పడతాయి. ఈ వ్యక్తిలో ఆటోజోములు 44, మూడు లైంగిక క్రోమోజోములు X X Y వుంటాయి. అంటే లైంగిక క్రోమోజోములలో ఒకటి అధికంగా వుంటుంది. అందుచే మొత్తం క్రోమోజోములు 47 ఉంటాయి. ఈ వ్యక్తికి బాహ్యంగా మగ లక్షణాలున్నా, కొన్ని ఆడ చిహ్నాలు కూడ వుంటాయి. కొందరు వ్యక్తులలో ఆటోజోములు 44, మూడు లైంగిక క్రోమోజోములు 'X Y Y' వుంటాయి. వీరికి మగ లక్షణాలు అత్యధికంగా ఉంటాయి. వీరు ఎక్కువ

ఎత్తుగా మొద్దుబారి వుంటారు. వీరు ఎక్కువగా హత్యానేరాలు చేస్తూ ఉంటారని నిరూపించబడినది.

**ప్రత్యేక క్రోమోజోములు, అందలి రకాలు :**

మామూలుగా వుండే శారీరక అవయవాలలోని క్రోమోజోములు లైంగిక క్రోమోజోములుగాక, కొన్నింటి పెద్ద క్రోమోజోములు, లాంప్ బ్రష్ క్రోమోజోములు, అదనంగా వుండే B క్రోమోజోములు కూడా ఉన్నాయి.

**పెద్ద క్రోమోజోములు :**

(Polytene or giant chromosomes)

డ్రోసోఫైలా మెలనోగాస్టర్ (Drosophila, melanogaster) అనే ఈగ యొక్క శరీర కణాలలో 3 క్రోమోజోములు వుంటాయి. దీని లాలాజల గ్రంథులలోని క్రోమోజోములు చాలమందంగా వుంటాయి. ఈ క్రోమోజోములయందు క్రాత్రగా క్రోమాటిన్ ఏర్పడుతుంది. కాని పోగులు విడిపోకుండా ఒకదాని నొకటి అత్తుకొని వుండుటచే పరిమాణంలో మార్పు చూపుతాయి. ఈవిధంగా డ్రోసోఫైలాలో 1024 వరకు పోగులు, ప్రక్కప్రక్కనే ఏర్పడుతాయి. అవి ఒకదాని కొకటి హత్తుకునే వుంటాయి. డిప్టెరా (Diptera) అనే తరగతికి చెందిన పెక్కు ఈగలలో ఈ విధమగు మార్పులు కనబడుతాయి.

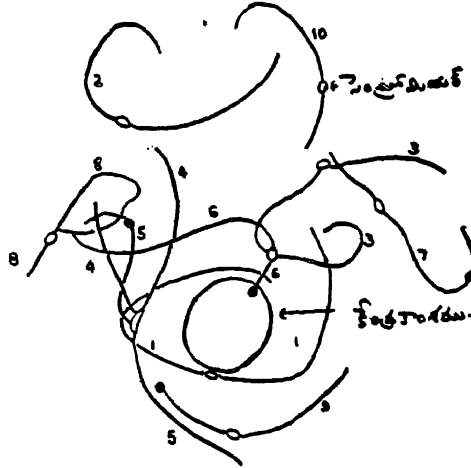
**లాంప్ బ్రష్ క్రోమోజోములు:**

(Lampbrush Chromosomes)

టైటూరస్ విరిడిసెన్స్ (Titurus Viridescens) అనే సకశేరుకము (Vertebrate) లో క్షయకరణ విభజనలో వీటిని వివరంగా పరిశీలించారు. ఈ క్రోమోజోములలో పొడవునా యిరుప్రక్కలకు వ్యాప్తిచెందే వలయాల పరంపర ఏర్పడుతుంది. ఈ వలయాలలో జీవ రసాయన క్రియలు అతిమరుకుగా సాగుతాయని నిరూపించారు.

**అదనపు క్రోమోజోములు:**

కొన్ని మొక్కలలోను, జంతువులలోను సామాన్యంగా వుండే సంఖ్యలో కాక అదనంగా క్రోమో



పటము 2. క్రోమోజోములు

మొక్కకొన్నలోని పది క్రోమోజోములను గమనించుము. క్షయకరణ విభజనలోని ప్రథమ దశ-I లో పాకిజీన్ ఉపదశ క్రోమోజోమం చిత్రము. ఈ దశ యందు క్రోమోజోములు జతలుగా వుంటాయి. అనగా 10 జతలు వుంటాయి. క్రోమోజోము 1 పొడవుగాను, క్రోమోజోములు 10 పొట్టిగాను వుంటాయి. మిగిలిన వాటి పొడవు మధ్యస్థంగా వుంటుంది. ప్రతి క్రోమోజోము నందు బోలుగా చూపిన భాగము సెంట్రోమెయర్. ప్రతి క్రోమోజోమునందు సెంట్రోమెయర్ కు యిరువైపులా బాహువులను గుర్తించవచ్చును.

జోములు వుంటాయి. సాధారణంగా వుండే క్రోమోజోముల సమూహాన్ని A - క్రోమోజోములనీ, అదనంగా వుండే క్రోమోజోములను B - క్రోమోజోములనీ అంటారు. సాధారణంగా B- క్రోమోజోములు తాము వుండే మొక్కలలో గుర్తించడానికి వీలుగా మార్పులను కలుగజేయవు.

**ఆనువంశికం (Heredity) లో క్రోమోజోము యొక్క యాంత్రికము (Mechanism)**

వంశపరంపరగా వచ్చే లక్షణాలు జన్యు కారకాల (Genetic factors) నియంత్రితమై ఆధార

పడి వుంటాయి. ఈ కారకాలకే జన్యువులని (genes) పేరు పెట్టినారు. ప్రతి జీవిలోను, యీ జన్యువులు స్వయం పునరుత్పత్తి ధర్మములు కలిగినవని నిరూపించారు. జన్యువులద్వారానే వంశ పరంపరగా లక్షణాలు సంక్రమిస్తాయి. సామాన్యంగా లక్షణాలు జనకులనుండి సంతానానికి ఎటు వంటిమార్పు చెందకుండా సంక్రమిస్తాయి. ఇది జన్యువులయొక్క ప్రత్యేకత. జన్యువులు, కణ కేంద్రకంలోవున్న క్రోమోజోములందు లీనమై వుంటాయని పరిశోధనలవల్ల తెలిసినది. జన్యువుల యొక్కయు, క్రోమోజోముల యొక్కయు ప్రవర్తనలను అత్యంత సన్నిహిత సంబంధమున్నదని నిరూపితమైనది. క్రోమోజోములే జన్యువాహకాలు.

### రేడియో ధార్మిక శక్తి - క్రోమోజోములు;

రేడియో ధార్మిక శక్తి ప్రభావంవల్ల, కణాంగాలు విపరీతమైన మార్పులకు గురి అవుతాయి. కొన్ని కణాలు నశించడం జరుగుతుంది. ముఖ్యంగా క్రోమోజోముల నిర్మాణంలో విపరీతమగు మార్పులు వస్తాయి. క్రోమోజోములు తెగిపోవడం, సమవిభజనలో అసాధారణమగు మార్పులు రావడం జరుగుతాయి. రేడియోధార్మిక శక్తికి గురియైన మొక్కల పెరుగుదల తగ్గిపోవడం కానీ, ఉత్పరివర్తన (Mutation) చెందడంగానీ, నశించి పోవడం కానీ జరుగుతుంది. జంతువులు ఈ శక్తికి గురియైనచో వాటి శరీరంలో వివిధ భాగాలలోను ప్రమాదకరమగు మార్పులు వస్తాయి. లుకేమియా (తెల్లపొడ) వంటి వ్యాధి తీవ్రంగా వస్తుంది. విపరీతమగు రేడియోధార్మిక శక్తికి గురియైన వారు వికలాంగులవుతారు. చివరకు ప్రాణాలు కూడా కోల్పోతారు. ప్రేలిన్ ప్రతి అణుశక్తి స్ఫోరక మారణాయుధం వల్ల 15 నుండి 30,00 ప్రజలు కేన్సర్ వ్యాధికి

గురి అవుతున్నారు. వీటన్నింటికీ మూలకారణం జన్యువులలో మార్పులు కలుగుటయే.

ఒక్కొక్కప్పుడు రేడియోధార్మిక శక్తివల్ల జన్యువులలో ఉత్పరివర్తన జరిగి లాభదాయకమగు మార్పులు వస్తాయి. ఈ ధర్మాన్ని వినియోగించి కొన్ని ప్రయోజనకారులగు మొక్కల రకాలను సృష్టిస్తున్నారు.

### క్రోమోజోముల నిర్మాణం :

క్రోమోజోములలో లీనమై ఉన్న జన్యువులలో ప్రోటీను, DNA అనే కేంద్రక అస్తుము వున్నవి. క్రోమోజోములలో DNA ఏ విధంగా యిమిడి వున్నదనే విషయంపై ఏకాభిప్రాయం లేదు. జీవులకు తరతరాలుగా వాటి వారసత్వ గుణాలను సంక్రమింప చేయడంలో క్రోమోజోములందలి DNA ప్రముఖ పాత్ర వహిస్తుంది.

DNA యొక్క పరమాణు నిర్మాణము మెలికలు తిరిగిన నిచ్చిన మాదిరిగా చుట్టలు చుట్టుకొని వుంటుందని నిర్ణయించారు. దానిలో పాలీ న్యూక్లియోటైడ్ (Poly nucleotide) అనే రసాయనం గొలుసుల పేటలు కనీసం రెండైనా మెలివేసుకొని వుంటాయి. ప్రతి జీవిలోని క్రోమోజోములలోను DNA వుంటుంది. దీనియొక్క రసాయన సంకల్పన (Chemical constituents) ఒకే విధంగా వున్నా, భౌతిక నిర్మాణము వివిధ జీవులలోను అనంతమగు మార్పులకు దారి తీస్తుంది. ఈ మార్పులకు కారణం ఆయా క్రోమోజోములలోని DNA యందు వుండే పాలీ న్యూక్లియోటైడ్ నిర్మాణము నందలి వ్యత్యాసములే. పాలీన్యూక్లియోటైడ్ నందుండే డెడి ఎడిసీన్, గువనీన్, అనే ఫ్యూరీన్లు; థైమిన్, సైటోసిన్. అనే పిరమిడిన్ రసాయనాలు అనంతమగు కలయికలు చూపుతాయి. 1950 సంవత్సరం నుండి క్రోమోజోముల నిర్మాణమును గురించి కూలంకషంగా పరిశోధనలు చేశారు. క్రోమోజోము

లను గురించి ఎన్నో విషయాలు పూర్తిగా తెలియ  
నివీ, వివాదాస్పదమైనవీ వున్నాయి.

మనుష్యులలో వంశపరంపరంగా వచ్చే లక్ష  
ణాలు జన్యువుల యందు లీనమై యున్న DNA  
క్రమంమీద ఆధారపడి వుంటాయి. DNA నుండి  
వుత్పన్నమైన వాహక RNA (Messenger  
RNA), ప్రోటీనుల నిర్మాణాన్ని అడుపులో  
వుంచుతుంది. ఆనువంశికము వలన గానీ, కొన్ని  
విపరీత కారణాల వల్లగానీ, కొద్ది జన్యువులు లోపం  
చినచో ఆయా కణాలలో కొన్ని ప్రోటీనుల లోపం  
వుద్భవిస్తుంది. కొన్ని ప్రోటీనులు తయారు కానిచో,  
ఆయా భాగాలలో జరిగే జీవ ప్రక్రియలు లోపించ  
డమో, వాటికి అంతరాయం కలగడమో జరుగు  
తుంది. వీటినే జీవక్రియలలోని లోపాలు (Meta-

bolic disorders) అంటారు. వీనిని సరిదిద్దుటకు  
కూలంకషమైన పరిశోధనలు జరుగుతున్నాయి.

డా. జి. రాజేశ్వరరావు

## BIBLIOGRAPHY

- 1) Brown W. V. and E. Bertke  
Text book of Cytology;  
C. V. Mosby & co, 1969
- 2) Cohu N. S. — Elements of Cyto-  
logy, Harcourt, Brace and World.  
1969.
- 3) Loewy A. G. and Sickewitz — Cell  
Structure and Foundation; Holt,  
Rinehart and Winston 1968.

## 72. ఆనువంశిక యాంత్రికము

(Mechanics of Inheritance)

పలురకములైన జీవులలో ఒకజీవి అదేవిధమైన  
పోలికలుగల జీవిని ఉత్పత్తి చేయునని గమనించు  
టతో ఆనువంశికమును గుర్తించుట ప్రారంభ  
మైనది. కాలక్రమేణా, వృక్షములలోగాని, జంతు  
వులలోగానీ ఫలదీకరణము చెందిన ఒకే కణము  
ఏ విధముగా రూపాంతరము చెంది, బహు  
ముఖాభివృద్ధి చెంది పూర్తిజీవి అగుటకు  
కావలసిన సమాచారము కలిగియుండునో, దానిని  
తెలుసుకొనుటతో పై సాధారణగమనిక, పలురక  
ములైన వివరణలతో సవరణ చేయబడినది.  
ఇంకను ఈ రకమైన వివరణలు తృప్తికరముగా  
లేవు. ఈ విధముగా సమకూడిన విజ్ఞానమునే  
జన్యుశాస్త్రము (Genetics) అని జీవశాస్త్రములో  
ప్రత్యేక శాఖగా విభజించిరి.

అభివృద్ధిక జీవశాస్త్రము (Develop-  
mental Biology). కేంద్రక కణశాస్త్రము  
(Nuclear Cytology) ల వలన సమకూడిన  
విజ్ఞానముతో ఈ ఆనువంశిక శాస్త్రము, 20 వ  
శతాబ్దము ప్రారంభదశలో స్థిరపడినది. ఏనాడో  
ముప్పది సంవత్సరములు క్రిందట గ్రిగార్ యోహాన్  
మెండెల్ (Gregor Johann Mendel) కనుగొని  
నను, తదాదిగ అంతఃకరకు మరుగుపడియుండిన  
ఫలితములను, నిశ్చయించిన సిద్ధాంతములను తిరిగి  
1900 వ సంవత్సరములో డి వ్రయిస్ (De  
Vries), కొర్రెన్స్ (Correns), షెర్మాక్  
(Tschermak) అనువారులు వేరువేరుగా కనుగొనిరి.  
బటానీ మొక్కలలో (Pisum, Sativum) పద్దిక  
1 లో చూపబడిన ఏడుజతల లక్షణములను ఎన్ను

కొని, మొదట ఒక్కొక్కసారి ఒక్కొక్క జత చేసెను. లక్షణములతో మెండెల్ తన పరిశోధనలను

పట్టిక : 1 మెండెల్ తన పరిశోధనలలో బటాని మొక్కలలో ఎన్నుకొనిన ఏడుజతల లక్షణములు :

లక్షణము	బహిర్గతము	అంతర్గతము
1. గింజల ఆకారము	గుండ్రని	ముడతలు
2. బీజదళాల రంగు	పసుపుపచ్చ	ఆకుపచ్చ
3. గింజలవచముల రంగు	బూడిదరంగు	తెలుపు
4. కాయల ఆకారము	ఉబ్బిన	గింజల మధ్య నొక్కులు గల
5. కాయల రంగు	ఆకుపచ్చ	పసుపుపచ్చ
6. పువ్వుల స్థానము	కాండము పొడవున	కొమ్మ చివర
7. కాండము పొడవు	పొడవైన	పొట్టి

ప్రతిజీవి తన జననీ జనకుల నుండి ఒక్కొక్క కారకమును తీసికొని, ఒక్కొక్క లక్షణమును నిర్ణయించునని మెండెల్ గుర్తించెను. సంకరములో ఒక జత లక్షణములలో ఒక లక్షణము మాత్రమే బహిర్గతమై రెండవ లక్షణము మరుగు పడుటను మెండెల్ గమనించెను. మొదటి లక్షణమును బహిర్గత లక్షణమని, రెండవ దానిని అంతర్గత లక్షణమని, పేర్కొనెను. అంతర్గతమైన లక్షణము మరల సంకరము యొక్క సంతానములో తిరిగి ఆగుపడెను. ఇలా మార్పు చెందక తిరిగి ఆగువడిన అంతర్గత లక్షణమునుబట్టి పృథక్కరణ సిద్ధాంతము నిర్వచించబడినది. ప్రైరెప్ప బడిన ఏడుజతల లక్షణములలో ఏ ఒక్క జత లక్షణము మిగిలిన ఆరు జతల లక్షణముల పంప కముపై ఏ ప్రభావమును చూపదనికూడా నిరూపించబడినది. ఇదియే స్వతంత్ర వ్యూహాన సిద్ధాంతము. ఏ సంయోగ బీజమైననూ బహిర్గత లక్షణమును కలుగజేయు కారకమునుగానీ, అంతర్గతలక్షణమును కలుగజేయు కారకమునుగానీ మాత్రమే కలిగి యుండునని కూడా నిర్ధారించబడినది. ఇదియే శుద్ధ సంయోగబీజ (Purity of Gametes) సిద్ధాంతము.

మెండెల్ సూత్రాలు అన్ని సంకరణలలో చూపబడవని, విలియం బేట్సన్ (W. Bateson), ఆర్. పి పన్నెట్ (R. P. Punnett) 60 సం॥ క్రిందట కనుగొనిరి. కొన్ని లక్షణములు రెండు జతల లేక ఎక్కువ జతల జన్యువుల పరస్పర చర్యల (Interaction of Genes) వల్ల వెలువడునని పరిశోధనల వలన వారు వెల్లడించిరి. ఈ పద్ధతిలో ఆనువంశిక మూలాధార సూత్రాలు ఒకటే అయినప్పటికిని, జన్యువుల పరస్పర చర్యల రీతిని బట్టి దృశ్యరూపక నిష్పత్తి మారుతూ ఉంటుంది.

1903 సం॥లో డబ్ల్యు. సట్టన్ (W. Sutton), మెండెల్ యొక్క గమనికలను, కణ విభజనలలో క్రోమోజోముల ప్రవర్తనలను ఆధారముగా చేసికొని క్రోమోజోమ్ వంశీకరణ సిద్ధాంతములో ఒక క్రొత్త శకమును ప్రారంభించెను. 1911 వ సంవత్సరములో టి. హెచ్. మోర్గాన్ (T. H. Morgan) క్రోమోజోములలో జన్యువులు దీర్ఘరీతిలో అమరి వుండి, ఒకదానితో ఒకటి లంకెపడి సహలగ్నత (Linkage) చూపుతూ వుంటాయని సూచించెను. ఒక జత క్రోమోజోములలో వుండే అన్ని జన్యువులను సహలగ్న సమదాయము అని అంటారు.

ఈ విధముగా ఒక్కొక్క జాతిలో ఎన్ని క్రోమోజోముల జతలు వుంటాయో అన్ని సహలగ్న సముదాయములు వుంటాయి. కాని వాస్తవములో క్రోమోజోములలో వుండే జన్యువులు ఎప్పుడు ఒకే సముదాయముగా ఆనువంశికముగా సంక్రమిస్తూ వుండవు. క్షయకరణ విభజన జరుగునప్పుడు సమజాతి క్రోమోజోములు వాటి భాగాలను పరస్పరము మార్చుకుంటాయి. ఈ పద్ధతినే మోర్గాన్, **వినిమయము (Crossing-over)** అని అన్నాడు. వినిమయముయొక్క పౌనఃపున్యము (Frequency) ను బట్టి, క్రోమోజోముల మీద వుండే సహలగ్నత కలిగియున్న జన్యువుల మధ్యగల దూర సంబంధాలను లెక్కించుటకు వీలువుతుంది. ఈ పద్ధతినే సూచికగా ఏర్పరచుకొని ఎ. హెచ్. స్టర్టివాంట్ (A. H. Sturtivant) ప్రథమ క్రోమోజోము రేఖాపటాలను నిర్మించెను. ఈ క్రోమోజోము రేఖాపటాలు క్రోమోజోములమీద జన్యువుల స్థానాన్ని తెలుసుకొనుటకు ఉపయోగపడతాయి.

ఈశతాబ్ది ప్రారంభములో విల్సన్ (Wilson), మాన్టగోమెరీ (Montgomery), మెక్లంగ్ (McClung), స్టెవన్, స్టీవెన్సు (Stevens), మోర్గాన్ అనేడు వైజ్ఞానికులు ఉన్నతజాతి జంతువులలోనూ, ఏకలింగాశ్రయపు మొక్కలలోనూ ఒక జత ప్రత్యేకమైన క్రోమోజోములు లింగ నిర్ణయము చేస్తాయని, వారి పరిశోధనల మూలముగా సూచించిరి. ఈ క్రోమోజోములనే **లైంగిక క్రోమోజోమలు** అంటారు. ఒక జీవి లింగనిర్ణయము లైంగిక క్రోమోజోముల, అటోసోముల (Autosomes) - (లైంగిక క్రోమోజోములు తప్ప మిగిలిన అన్ని క్రోమోజోముల-) యొక్క నిష్పత్తి మీద ఆధారపడి వుంటుంది. **డ్రోసోఫైలా (Drosophila)** ఈగలోనూ, మనిషిలోనూ, స్త్రీలింగము సమ సంయోగ బీజయుతము (Homogametic) గాను అంటే, రెండు క్రోమో

జోములు చూచుటకు ఒకటిగానే వుండి ( $\times \times$ ) లింగ క్రోమోజోముల సంబంధముగా ఒకేవిధమైన బీజాలను ఉత్పత్తి చేయురీతిగానూ-పురుష లింగము భిన్న సంయోగ బీజయుతము (Heterogametic) గానూ-, అంటే రెండు లింగ క్రోమోజోములు చూచుటకు వేరువేరుగా వుండి ( $X Y$ ) లింగ క్రోమోజోముల సంబంధముగా రెండు రకాల సంయోగ బీజాలను ఉత్పత్తి చేయురీతిగానూ - వుండును. కొన్ని ఇతర జీవులలో- ఉదాహరణకు చేపలు, పక్షులలో-పురుషలింగము సమ సంయోగ బీజయుతముగాను, స్త్రీ లింగము భిన్న సంయోగ బీజయుతముగాను, వుండును.  $X$  క్రోమోజోములలో వున్న జన్యువులను **లింగ సహలగ్న జన్యువులు (Sex-linked genes)** అని అంటారు. ఈ జన్యువులయొక్క ప్రభావము జీవియొక్క లింగమునుబట్టి వుంటుంది.

మెండెల్ ప్రతిపాదించిన లక్షణములను వేరు వేరు దృశ్యరూపవర్గములుగా - అంటే విచ్ఛిన్నమైన వైవిధ్య శీలతను చూపు వానిని (Discontinuous variations)గా- విభజించవచ్చును. ఉదాహరణ : తెలుపు లేక ఎరుపు పువ్వు, గుండ్రని లేక మడతలుండిన గింజ అనే లక్షణాలు ఇట్టివే. కాని కొన్ని లక్షణాలను అంటే ధాన్యపుగింజల బరువు, మొక్కజొన్న కంకి పొడవు, మనుషుల పొడవు, రంగులువంటి-వానిని వేరువేరు ప్రత్యేక లక్షణములుగా వర్గీకరించలేము. ఇవి అవిచ్ఛిన్నమైన వైవిధ్యశీలత (Continuous variability) ను చూపుతాయి. అని నిల్సన్ ఏల్ (Nilsson Ehle - 1908), ఈస్ట్ (East - 1916) నిరూపించిరి. ఈ లక్షణములనే **పరిమాణాత్మక లక్షణములు (Quantitative traits)** అని అంటారు. పరిమాణాత్మక లక్షణములు చాల, అనగా 10నుండి 100, జన్యువుల ఆదుపుతో వుంటాయి. ఒక్కొక్క జన్యువు దృశ్యరూపానికి కొద్దికొద్దిగా తోడ్పడు

తుంది. ఇటువంటి జన్యువులను బహు జన్యువులు (Polygenes) అని అంటారు.

ఒక్కొక్క జన్యువు ఒకే ధర్మమును కలిగి, ఒకే ఎంజైమును మాత్రము ఉత్పత్తి చేసి, ఒకే రసాయనిక చర్యను ఉత్ప्रेరణ చేయుటలో తోడ్పడనని జార్జి డబ్ల్యూ బీడిల్ (George W. Beadle, ఎడ్యర్డ్ ఎల్ టేటమ్ (Edward L. Tatum) 1960 వ సంవత్సరములో చెప్పిరి.

ఈ విధముగా పరిశోధనల వలన, క్రొత్త జీవులను నిర్మించుటకు కావలసిన విషయములను, జీవులు తమ జన్యువులద్వారా రవాణా చేయునని తెలుసుకొనబడినది. ఈ విధముగా సమకూడిన విజ్ఞానముతో జన్యు పదార్థ స్వభావమును, జన్యు నిర్మాణాన్ని, జన్యు ప్రతికృతిని, జన్యు నియంత్రిణను గూర్చి తెలుసుకొనుటకు పరిశోధనలు జరుగుట మొదలయినది. ఆస్వాల్డ్ టి ఆవేరీ (Oswald T Avery - 1941), ఆతని అనుచరుడైన ఆల్ ఫ్రెడ్ డి. హెర్షే (Alfred D. Hershey), మార్థా చేస్ (Martha Chase) (1952) అనువారలు ఎక్కువగా సూక్ష్మజీవులలో పరిశోధనలు చేసి, DNA (Deoxyribic nucleic acid) ని అసలైన జన్యుపదార్థముగా కనుగొన్నారు. అయితే, కొన్ని వైరసులు (Viruses)లో మాత్రము RNA (Ribo nucleic acid) అనువంశికచర్యను నిర్వహించును.

ఎర్విన్ చార్గాఫ్ (Erwin Chargaff) 1950 సంవత్సరములో చేసిన రసాయనిక విశ్లేషణమును, మారిస్ హెచ్. ఎఫ్. విల్కిన్స్ (Maurice H. F. Wilkins) 1953 వ సంవత్సరంలో చేసిన X-కిరణాల వివర్తనా (X-ray diffraction) పరిశోధనలను, తదితర పరిశోధనలను ఆధారముగా చేసికొని జేమ్స్ డి. వాట్సన్ (James D. Watson), ఫ్రాన్సిస్ హెచ్. సి. క్రిక్ (Francis

H. C. Crick) అనువారలు 1953 వ సంవత్సరంలో DNA యొక్క అణు నిర్మాణమును ప్రతిపాదించిరి. DNA ను రెండుపోగులు సర్విశముగా చుట్టబడిన నిచ్చెనతో పోల్చవచ్చును. DNA లో వుండే ఒక్కొక్క పోగులో డీ ఆక్సిరైబోస్ చక్కెర (Deoxyribose sugar) అణువులు ఒకదానితో ఒకటి ఫాస్ఫేట్ (Phosphate) ల చే కలుపబడివుండును. ఈ రెండు పోగులు నత్రజని ఔరాల (Nitrogen bases) గు అడినీన్ (Adenine) = థైమిన్ (Thymine). గ్వానిన్ (Guanine) ≡ సైటోసిన్ (Cytosine), జతలతో అడ్డముగా కలుపబడివుండును (A = T, G ≡ C). పోగులపొడవున అమర్చబడివుండు నత్రజని ఔరాల వరుస క్రమమునుబట్టి DNA అణువులలో అనువంశిక సమాచారము సంచితమై వుండును. ఈ వరుస క్రమమునే జన్యుసంకేతము (Genetic code) అంటారు. పలురకములైన DNA లు నత్రజని ఔరాల క్రమములను బట్టి భేదములను కలిగి వుండును. డీఆక్సిరైబోస్, ఫాస్ఫేట్ మాత్రము అన్నిటిలో సాధారణముగా వుండును.

కణములలో LNA జన్యు పదార్థముగా రెండు ప్రధాన బాధ్యతలను నిర్వహించవలెను: ఒకటి తనంతట తానే ప్రతికృతి (Self Replication) చెందుట, రెండు: ప్రోటీనుల నిర్మాణమునకు సమాచారమును అందించుట. ఈ విధముగా తయారైన ప్రోటీనులు కణాంగములైన త్వచములు (Membrane) గా, కండెలు (Spindles) గా, రైబోసోములు (Ribosomes) గా, రసాయన చర్యలను అదుపులో వుంచు ఎంజైములుగా వుండి మొక్కలు లేక జంతువుల ఆకారమును, పరిమాణమును, రంగును సృష్టికరించుచుండును.

జీవప్రతికృతి (Biological replication) కి, కణవిభజనలో జరిగే జన్యు ప్రతికృతి (gene-replication) మూలాధారము. దీనికి ఆధార

ముగా వాట్సన్, క్రిక్, 1958 వ సంవత్సరంలో DNA ప్రతికృతి అర్థసంరక్షిత విధము (Semi-conservative manner) గా జరుగుతుందని నిరూపించిరి. DNA సర్పిలముయొక్క రెండు పోగులు విడిపోయి, ఒక్కొక్క పోగు మూసవంటి ఫలకము (Template)గా వుండి, సంపూరక పోగులు (Complementary chains) తయారగుటకు తోడ్పడను. ఈ చర్యలో ఆర్థర్ కారన్ బెర్గ్ (Arthur-korenberg, 1956) చే మొదట పుంజుకొనిపబడిన (Isolated) DNA-పోలిమరేస్ (Polymerase) DNA అనే ఎంజైము ముఖ్యపాత్ర వహించును. ఈ ఎంజైమ్ DNA పోగుమీద ప్రయాణించుచు రెండు పోగులను విడదీసి, ఒక్కొక్క పోగుకు సంపూరక పోగును కలుపుతూ, DNA అణువును రెండుగా ప్రతికృతి చేయును.

ఎమైనో ఆమ్లముల ప్రమాణములయొక్క కలయికచే ఏర్పడిన పొడుగాటి పెప్టైడు ఆనబడు మాలిక్ ప్రోటీనులు. ఈ ప్రోటీనులు, ఇరువది రకములైన వేరువేరు ఎమైనోఆమ్లములతో తయారు చేయబడును. ప్రోటీనుల స్వభావము ఎమైనో ఆమ్లముల క్రమముపై ఆధారపడి వుండును. ప్రోటీనులలో ఎమైనో ఆమ్లముల క్రమము DNA యొక్క జన్యు సంకేతముపై ఆధారపడియుండును. నాలుగు నత్రజని షారము (A, T, G, C.) లందు,

ఇరువది ఎమైనో ఆమ్లములను సంకేతము చేయు ఒకే, కనీసము మూడు స్ట్రాకియోడైడులు (Nucleotides) ఒక్కొక్క ఎమైనో ఆమ్లమును నిర్ణయించుటకు అవసరము. ఈ విధముగా నాలుగు నత్రజని షారాలనుండి మూడు షారాలు కలిగిన త్రికము (Triplet) ను తయారు చేయుటకు 64 వేరువేరు ఆరుకూల మార్గములున్నవి. ఒక్కొక్క ఎమైనో ఆమ్లమును సంకేతము చేయు త్రికములు (వీటినే కోడాన్సు-Codons) అందురు. పట్టిక - 2 లో ఇవి చూపబడినవి

ఈ పట్టిక క్రిక్, మార్షల్ డబ్ల్యు. నిరేన్ బర్గ్ (Marshall W. Nirenberg), హర్ గోబింద్ ఖోరానా (Har Gobind Khorana), వారి ఆనుచరుల పరిశోధనల ఫలితమే. ఒకే ఎమైనో ఆమ్లము రెండుగానీ అంతకంటే ఎక్కువగానీ కోడానులకు కలిగియుండును. మూడు కోడానులకు నిర్దిష్టమైన ధర్మములు లేవు. వీటికే అర్థరహిత కోడానులు అంటారు ఇవి పెప్టైడు మాలి కల సమాప్తికి సంకేతాలు. కొన్ని మినహాయింపులతో సంకేతము అన్న జీవులలో ఒకే విధముగా వుండునని నిరూపితమైనది. DNA లో వుండే జన్యు సమాచారము, పలువిధములైన రైబోనూక్లిక్ ఆమ్లము (RNA)ల అణువులద్వారా, ప్రోటీను నిర్మాణమునకు ఈ క్రింద సంగ్రహించిన సాంకేతిక రీతిలో అందజేయబడును.

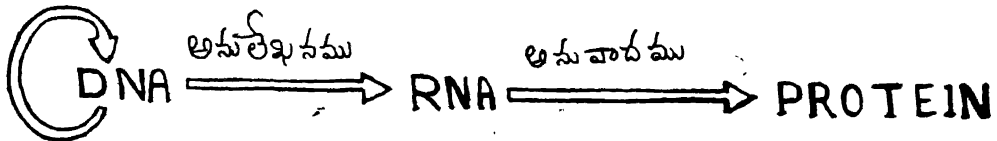
పట్టిక 2 : జన్యు సంకేతము

ఎమైనో ఆమ్లము	సంకేత పదాలు
1. ఆలనీన్ (Alanine)	GCU, GCC, GCG, GCA
2. ఆర్జినిన్ (Arginine)	CGU, CGC, CGG, CGA, AGG, AGA
3. ఆస్పరజిన్ (Asparagine)	AAU AAG
4. ఆస్పర్టిక్ ఆమ్లము (Aspartic acid)	GAU, GAC
5. సిస్టీన్ (Cysteine)	UGU, UGC
6. గ్లూటమిక్ ఆమ్లము (Glutamic acid)	GAG, GAA



ఎమైనో ఆమ్లము	సంకేత పదాలు
7. గ్లూటమిన్ (Glutamine)	CAG, CAA
8. గైసిన్ (Glycine)	GGU, GGC, GGG, GGA
9. హిస్టిడిన్ (Histidine)	CAU, CAC
10. ఐసోల్యూసిన్ (Isoleucine)	AUU, AUC, AUA
11. ల్యూసిన్ (Leucine)	CUU, CUC, CUG, CUA, UUG, UUA,
12. లైసిన్ (Lysine)	AAG, AAA
13. మెథియోసిన్ (Methionine)	AUG
14. ఫెనిల్ అలనీన్ (Phenyl alanine)	UUU, UUC
15. ప్రోలిన్ (Proline)	CCU, CCC, CCG, CCA
16. సెరిన్ (Serine)	UCU, UCC, UCG, UCA, AGU, AGC
17. థ్రియోనిన్ (Threonine)	ACU, ACC, ACG, ACA
18. ట్రిప్టోఫాన్ (Tryptophan)	UGG
19. టైరోసిన్ (Tyrosine)	UAU, UAC
20. వేలీన్ (Valine)	GUU, GUC, GUG, GUA

UAA, UAG, UGA ఇవి అర్థరహిత కోడాన్లు (Nonsense codons). ఇవి ఏ ఎమైనో ఆమ్లమును సూచించవు. ఇవి మాలికల సమాప్తికి సంకేతాలు.



అనులేఖనము (Transcription) నందలి మొదటి మెట్టులో, RNA పాలిమరేజ్ ట్రాన్స్ క్రిప్టేజ్-(Transcriptase) అను ఎంజైమ్, DNA పోగుమీద ప్రయాణము చేయుచూ అందలి సంకేతమును రైబోనూక్లికామ్లముగా తయారు చేయును. ఈ రైబోనూక్లికామ్లము (RNA) DNA పోగులలో నుండు ఒక పోగునకు సంపూర్ణము [బేస్ (Base) "T" కు బదులు దానినిపోలిన బేస్ "U" మినహాయించి]. దీనినేm RNA (వార్తావాహక-RNA అందురు.

రైబోసోముల ఆధారముతో వార్తావాహక RNA చే లీసికొని రాబడిన సంకేతమును అనువాదము

(Translation) చేయుట తరువాతి దశ. ఈచర్యలో ఎమైనో ఆమ్లము, అనుగుణమగు ప్రోటీనుల ఉత్పత్తికి, ఒక ప్రత్యేకమైన బదలీ RNA (tRNA) అను RNA కు ఒక ప్రత్యేక స్థానములో చేర్చబడును. ఈ క్రియ జరుగుటకు ఎమైనో ఆకిల్ tRNA సింథేజ్ (Amino acyl tRNA Synthetase) అను ఎంజైమ్ తోడ్పడును. tRNA కు ఒక వైపు ఎమైనో ఆమ్లములతో కలియు స్థానము, మరొకవైపు ఎమైనో ఆమ్లము ప్రోటీనులలో ఆక్రమించవలసిన స్థానమును నిర్ణయించు మూడు బేసులును ఉండును. ఉదాహరణకు tRNA లో మూడు బేసులు (Anticodon)

"GGA" వుండిన యెడల, ఇది mRNA మీద వుండు సంపూర్ణ సమాహమైన "CCU" గా తెలుసుకొనబడును. ఈ విధముగా tRNA నిర్దిష్టమైన ఎమైనో ఆమ్లమును తీసుకొనివచ్చి తనతో వున్న యాంటీకోడాన్ సహాయముతో తను తెచ్చిన ఎమైనో ఆమ్లము యొక్క సంకేతమును గుర్తించును. రైబోసోముల, RNA పోగుమీద ప్రయాణము చేయుచు, mRNAలో వున్న సంకేతము ప్రకారము పెరుగుతున్న ప్రోటీను మాలికలలో ఎమైనో ఆమ్లములను ఇముడ్చుట (Elongation process) కు తోడ్పడును. ప్రోటీనుల ఉత్పత్తి UAA, UAG, UGA అను త్రికముల సంజ్ఞచే సమాప్తము చేయబడును (Termination process). UGA చే సంకేతము చేయబడిన మెథియోనిన్ (Methionine) ఒక కొత్త పెప్టైడ్ మాలికను ఆరంభించుటకు సంజ్ఞగా తోడ్పడుతుంది (Initiation process) ఈ విధముగా ప్రతి ప్రోటీనుకణము ముందుగా ఫార్మిల్ మెథియోనిన్ (Formyl Methionine) తో ఆరంభింపబడును. కాని ఇది ప్రోటీనుల విడుదల సమయమున దానినుండి తొలగించబడును. ఈ విధముగా DNA తనలో దాగియున్న సమాచారమును ఉపయోగించి ప్రోటీనుల ఉత్పత్తికి తోడ్పడును

ఆనువంశిక యాంత్రిక విశ్లేషణపురోభివృద్ధితో, జన్యువును క్రియారూపముగా వేరువేరువిధములుగా నిర్వచనము చేయుటకు వీలైనది. ఈ నిర్వచనములు పరస్పర విరుద్ధమైనవి కావు. ఇవి వేరు వేరు దృక్పథములనుండి చూపబడినవి. DNA లో ఏ భాగమైతే ఒక పెప్టైడు మాలికను నిర్ణయిస్తుందో, ఆ భాగమును సిస్ట్రాన్ (Cistron) అని ఎస్. బెన్జర్ (S. Benzer), 1956 వ సంవత్సరములో, పేరిడెను. ఈ సిస్ట్రాన్ ను మ్యూటాన్ (Muton) అనీ, రెకాన్ (Recon) అనీ కూడా

విభజింపవచ్చును. అతి తక్కువ సంఖ్య కలిగిన న్యూక్లియోటైడులు గానీ, న్యూక్లియోటైడు జతలు గానీ స్వతంత్రముగా కలిగించు "ఉత్పరివర్తక దృశ్యరూపము" (Mutant phenotype) ను మ్యూటాన్ అని అందురు. దీనిని బట్టి మ్యూటాన్, ఒక న్యూక్లియోటైడ్ ను, లేక ఒక జత న్యూక్లియోటైడులను కలిగి వుండవచ్చును. పునస్సంయోజనము (Recombination) నకు అతి తక్కువ సంఖ్యలో కావలసిన న్యూక్లియోటైడులనుగానీ, న్యూక్లియోటైడ్ ల జతలనుగానీ రెకాన్ అందురు. దీనిని బట్టి రేకాన్ కూడా ఒక న్యూక్లియోటైడును, లేక ఒక జత న్యూక్లియోటైడులను కలిగి యుండవచ్చును. జన్యువు లోపలనే జరిగే ఉత్పరివర్తనల పునస్సంయోజనముల ఆధారముగా, క్రోమోజోముల మాదిరిగానే, జన్యువును కూడా రేఖాపటముగా చిత్రీకరించుటకు వీలైనది.

కొన్ని జన్యు మూలకముల (Genetic elements) యొక్క ప్రవర్తననుబట్టి ఇవి క్రోమోజోమ్ ల మీద వుండవని తెలియుచున్నది. క్రోమోజోమ్ బాహ్య ఆనువంశికము (Extrachromosomal inheritance) లో ప్రమాణమును ప్లాస్మా జన్యువు (Plasma gene) అని అంటారు. ఒక కణములో వుండే ప్లాస్మా జన్యువులన్నింటిని ప్లాస్మాన్ (Plasman) అని అంటారు. కణద్రవ్యము (Cytoplasm) లో వుండే కొన్ని కణాంగములు ఒక తరమునుండి వేరొక తరమునకు శారీరకముగా నిరంతర సంబంధమును కలిగి వుంటాయి. ఇవి కణములలో మూలపార్థములనుండి క్రొత్తగా తయారుకావు. ఇవి ముందరనే వుండిన కణాంగములనుండి ప్రతికృతిగా యేర్పడతాయి. సెంట్రీయోల్స్ (Centrioles), బాసల్ గ్రాన్యూల్స్ (Basal granules), పైటోకాండ్రీయన్లు, ప్లాస్టిడ్లు (Plastids) - కణవిభజన జరుగునపుడు-తరువాత తామే పునరుత్పత్తి జరుపు

కొనును. మైటోకాండ్రియన్లలోనూ, ప్లాస్టిడ్లలోనూ వున్న DNA ను బట్టి కణాంగములు జన్యు సమాచారమును కలిగి వుంటాయంటుకు నిదర్శనములు లభిస్తాయి.

ఒక ప్రాణియొక్క జీవిత చరిత్రలో DNA, ప్రోటీనుల సంశ్లేషణము (Protein synthesis)నే కాకుండా సంశ్లేషణ వేగమును (Rate of Protein synthesis) కూడా, ఆగి ఆగి సాగెడు (On and off) యాంత్రికము వల్ల ఆడుపులో వుంచి, ఈ సంశ్లేషణమును, "Induction", "Repression" ల ద్వారా వివిధ అభివృద్ధి దశలను తన ఆధీనములో వుంచుకొంటుంది. ఈ చర్యనే 1961వ సంవత్సరములో ఎఫ్ జాకాబ్ (F. Jacob), జె. మోనాడ్ (J. Monod) అను వైజ్ఞానికులు ఒపెరాన్ భావన (Operon concept) అని పేర్కొన్నారు. కొన్నిరకాలైన పాలీడీన్ క్రోమోజోమ్ల (Polytene chromosomes) మీది పఫ్లు (Puffs), లామ్ప్ బ్రష్ క్రోమోజోమ్ల (Lampbrush chromosomes) మీది చాపులు (Loops) జన్యువుయొక్క చదుకుదనమునకు సూచకములుగా వుండి, అయా సమయములకు కావలసిన ప్రోటీనుల ఉత్పత్తికి తోడ్పడుతూ వుంటాయి.

ఈ విధముగా జన్యు పదార్థమైన DNA, వివిధ RNA ప్రతిఃధుల ద్వారా, ప్రోటీను సంశ్లేషణమును

ఆధీనములో వుంచుతూ, సకల జీవరాసులయొక్క బహుముఖోభివృద్ధిని, వాటి విశిష్టతను ఆధీనములో వుంచుకొనుచూ వుంటుంది. ఈ చర్యలపై పరిసరాల ప్రభావము చాల వుంటుంది. జన్యు ప్రభావము (Gene expression) జన్యురూప (Genotype - పరిసరాల పరస్పర చర్యాఫలితమే.

### FURTHER READING

Barish. N. *The Gene Concept*. Reinhold Publishing Corporation: New York. 1965.

Srb A. M, R. D. Owen and Robert S. Edgar; (Selected & Introduced) *Facts of Genetics; Readings From Scientific American*; W. H. Freeman and Company, San Francisco 1970.

Stahl. F. W. *The Mechanics of Inheritance*; Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. 1964

Watson. J. D.; *Molecular Biology of the Gene*; W. A. Benjamin Inc, New York. 1965.

డా॥ కె. వి. మాధవరావు

## 73. జీవకణములలో శ్రమ విభజన

(Division of Labour in Living Cells)

కణము, జీవుల మూల ప్రమాణికము. వివిధ జీవిత చర్యలైన పెరుగుదల, జీవక్రియ, పునరుత్పత్తి, అనువాసనన్నిటిని కణము కలిగియుండును. మనచుట్టూ వున్నటువంటి మొక్కలును, జంతువులును, కోట్లకొలది కణములను కలిగి యుండును. కాని కొన్ని ఏకకణ జీవులుగానే యుండును. ఎంక్టాన్ మైక్రోస్కోపు చేత జరుపబడిన జీవరసాయన ప్రక్రియల పరిశోధనల వలన కణములలో శ్రమవిభజనలు వుండునని తెలియపర్చినది కణములలో కణాంగములు, ముఖ్యమైన వేర్వేరు చర్యలు చేయుటకై - అవయవ, రసాయన పూర్వకముగ - అందుల కనుగుణముగ నిర్మింపబడి వున్నవి. వేర్వేరు కణాంగములు ప్రత్యేక శరీర స్వభావములను కలిగి యుండి విశిష్టమైన కణచర్యలను నిర్వర్తించుచుండును. కణములు త్వచములచే కేంద్రకము (Nucleus), కణ ద్రవ్యము (Cytoplasm) అను రెండు, ముఖ్య ఉపవిభజనలుగా చేయబడి ఉండుట ఉన్నతశ్రేణి జీవరాసుల ముఖ్య లక్షణము. ఇంకను త్వచములు, కణ ద్రవ్యమును వలయాంతర్బంధమైన చర్యలతో కూడిన వివిధ భాగములుగ విభజించును. త్వచములలో గోడలుగ ఏర్పరుపబడిన అవిచ్ఛిన్న కుహర వ్యవస్థను, ఎండోప్లాస్మిక్ రెటిక్యులమ్ (Endoplasmic reticulum), గాల్జి ఆపరేటస్ (Golgi apparatus) అని అంటారు. కాగా, వివిక్త త్వచహద్దులను కలిగిన భాగములను క్లోరోప్లాస్టులు (Chloroplasts), మైటోకాండ్రియన్లు (Mitochondria), లైసోములు (Lysosomes) అని అంటారు.

ఉన్నతశ్రేణి కణములయొక్క శరీరధర్మ క్రియలకు కావలసిన రసాయన యాంత్రిక సముదాయములు ఎక్కువగా త్వచములలో స్థానికములై వుంటాయి. ఈ కణచర్యల స్థానికరణ, వేరువేరు కణాంగములయొక్క త్వచములలో కేంద్రీకృతమై వున్న ఎన్జైము సముదాయ ఫలితమే. ఇలా వివిధ కణాంగములలో జరుగు వివిధ చర్యలు, వాటి సహకారక కణమును ఒక జీవ ప్రమాణికము (Living unit) గా రూపొందిస్తాయి.

కణములు వివిధ ఆకారములను పరిమాణములను కలిగి ఉండును. కణములను ముఖ్యముగా రెండు సాధారణ రకములుగా విభజింపవచ్చును. బాక్టీరియాకు, సీలి ఆకుపచ్చ కైవలాలకు చెందిన కణములను “ప్రోకేరియోటిక్” (Prokaryotic) కణములనియు, ఉన్నత శ్రేణి మొక్కలకు, జంతువులకు, శిలీంధ్రాల(Fungi)కు, ప్రొటోజోవాకు, కొన్ని కైవలాలకు చెందిన కణములను “యూకేరియోటిక్” (Eucaryotic) కణములు అనియు అందురు. ప్రోకేరియోటిక్ కణములు నిర్మాణములో ఎక్కువ పరిపూర్ణతను చెందకుండుటయేకాక, అనువంశిక పదార్థమును నైట్రోప్లాజమ్ నుండి వేరుచేయు కేంద్రకపు పొరనుకూడా కలిగియుండవు. ముఖ్యముగా పైనపేర్కొనిన రెండవ లక్షణమునుబట్టి బాక్టీరియాను, సీలి ఆకుపచ్చ కైవలాలను ఉన్నత శ్రేణి జీవరాసుల కణములనుండి వేరు చేయుటకు వింపుతుంది. దీనికి భిన్నముగ, యూకేరియోటిక్ కణములలో, కణాంగముల స్వరూపము నిర్దిష్టంగా వుంటుంది.

ఈ కణాంగములయొక్క వేరువేరు విధులు, వాటి సహకారత ఒక క్రమమైన జీవిత క్రియా పటము నేర్పజుచుటకు ఎట్లు తోడ్పడునో మన మీ క్రింద పరిశీలించుదము.

అన్ని కణములలోను, లిపోప్రోటీను (క్రోవుస్ ప్రోటీను) తో తయారు చేయబడిన ప్లాస్మాపొర వుంటుంది. ఈ ప్లాస్మాపొర, కణమును తన పరిసరాల నుంచి వేరు పరచి, కణముల పరిమాణ నిర్మాణమును భద్రపరుస్తుంది ఇది అంతర త్వచముల వ్యవస్థతో అతి సన్నిహిత బాంధవ్యమును ఏర్పరచుకుంటుంది. ఇది  $100\text{\AA}$  మందము కలిగి వుంటుంది. ఈ పొరయందుండు ప్రోటీను, దీనికి ఆర్బితను, వంగెడు గుణమును కలుగ చేయును. ఈ పొర బయటి పరిసరంలోని అణువులను లోపలకు తీసుకొనుటకును, లోపలి అణువులను బయటకు పంపుటకును అదుపు కలిగి వుంటుంది. ఇటువంటి పొరనే ఆర్థ పారదర్శకపు పొర (Semi permeable membrane) అని అంటారు. అటువంటి పొర కణముయొక్క పూర్తి పెరుగుదలను, చలనమును, లేక అమీబాలో (Amoeba) వలె స్థానిక చలనమును కలుగజేయును. ఈ పొర ఆహార పదార్థములను పీనోసైటోసిస్, (Pino-cytosis) లేదా ఫాగోసైటోసిస్ (Phagocytosis) అను పద్ధతి ద్వారా లోపలికి తీసుకొనును.

అన్ని గకములైన కణములలో (మెమ్బ్రేలియన్ ఎంజైం కకణాలతో తప్ప) బాగా విస్తరించిన త్వచముల వ్యవస్థ ఒక ముఖ్యభాగముగా వుండి, కణోత్పన్నాల ఉత్పత్తికి దోహదముచేస్తుంది. దీనినే ఎండోప్లాస్మికా రెటిక్యులమ్ (E.R.) అంటారు. ఎండోప్లాస్మిక పొరలు ఎల్లప్పుడు జతలుగావుండి, తూములవంటి "Cisternae" లకు గోడలుగా వుండి, కణసైటో ప్లాసమ్ అంతటిని ఆవరించి, కేంద్రకపు పొరనుండి ప్లాస్మాపొరవరకు వ్యాపించి

వుంటాయి. మనము కేంద్రకపు పొరను ఎండోప్లాస్మిక రెటిక్యులమ్ లో ఒక భాగముగా పరిగణింపవచ్చును. E. R. విడివిడిగా గాని లేక చిక్కగా గాని వుంటాయి. ఇంకను ఈ పొర కఠకు (Rough) గాగాని, సున్నగా గాని వుంటుంది.

ఎండోప్లాస్మిక రెటిక్యులమ్ యొక్క కఠకు దనము వాటితో కలసియున్న, అతినూత్నమైన రైబోసోముల యొక్క ఫలితము. ఇట్టి E.R., ప్రోటీనులను అధికముగా ఉత్పన్నముచేయు కణములలో అధికంగా వుంటుంది. రైబోసోములు  $250\text{\AA}$  వ్యాసము కలిగి రైబోన్యూక్లిక్ యాసిడ్ (RNA) ప్రోటీనులతో చేయబడి ఉండును. ఈ కణాంగములు, కణద్రవ్యములో ఎమిసో ఆసిడ్లను పెప్టైడ్ మాలికలుగా రూపొందించు ప్రదేశములు. రైబోసోములు E.R. తో కలవక విడిగా కూడా ఉంటాయి. సున్నటి ఎండోప్లాస్మిక రెటిక్యులములు రైబోసోములు లేకుండా ఉండును. ఇది క్రోవుస్ పదార్థము ఎక్కువగా తయారుచేయు (Sebaceous glands or Steroid hormones) కణములలో అధికముగా వుండును. ఈ పదార్థముల సంశ్లేషణమునకు కావలసిన కొన్ని ఎంజైములు E. R. పొరలోనే ఒక భాగముగా వుంటాయి.

కాబట్టి E. R. ఒక కణ "Cytoskeleton" గా వుండి రసాయనిక క్రియలకు ఉపయోగపడు ఎంజైములను తనలో ఇమడ్చుకొనుటయే కాకుండా, సంశ్లేషణముచే ఉత్పన్నములైన పదార్థములను నిలువచేయు స్థలముగా వుండి, వాటియొక్క రవాణాకు తోడ్పడుతుంది.

గల్జీ ఆపరేటన్ (Golgi apparatus) వివిధ జంతు వృక్ష జాలములయొక్క కణములలో అగు పడును. ఈ కణాంగములోని సున్నని త్వచములు, స్వతంత్రమైన వెసికిల్స్ (Vesicles) గా వుండి ఒకదాని కొకటి సహంతరముగా అమర్చబడి

వుంటాయి. కణమునందలి వివిధ ప్రదేశములలో చేయబడిన స్రావపదార్థములు (Secretory materials) E.R. కాలువలద్వారా గాల్జీ ఆపరేటన్స్ కు చేరవేయబడి, అచ్చటినుండి కణముయొక్క వెలుపలికి పంపబడును. గాల్జీ ఆపరేటన్ వెసికిల్స్ (Vesicles) ను ఉద్భవింపజేయగా, అవి వాటినుండి విడిపోయిన తరువాత కణద్రవ్యము గుండా ప్రయాణించి, వాటిలో వున్న పదార్థములను కణము వెలుపలికి పంపుతాయి. అటుపిమ్మట వెసికిల్స్ యొక్క త్వచాలు బహుళః “ప్లాస్మా పొర” తో ఒక భాగముగా కలుపబడుతాయి. విభజన చెందుచున్న మొక్కల కణములలో, గాల్జీ ఆపరేటన్ క్రొత్త ప్లాస్మా పొరను తయారుచేయుననీ, కణ కవచములోని కొన్ని అనుఘటముల (Components) ను ఉత్పత్తి చేయుననీ చెప్పుటకు నిదర్శనాలున్నవి.

ఒక పదార్థమును ఉత్పత్తి చేయుటకు గానీ, ఒక కణాంగమును రూపొందించుటకు గానీ, ఒక కార్యము నిర్వహించుటకు గానీ, శక్తియు, ముడిపదార్థములును కణమునకు అవసరములు. కనుక మొత్తము కణాభివృద్ధిని దృష్టియందుంచుకొని ఈవసులను సమర్థతతో నిర్వహించుటకు ఒక కణభాగము అవసరము. ముడిసరకులు మాత్రము కణము యొక్క పరిసరములనుంచి ప్లాస్మా పొరద్వారా అందించబడును. ఈ విధముగా ముడిసరకులూ, వాటితోపాటు కొంత శక్తియూ, లభించినచో కణము పలువిధములైన జీవక్రియలద్వారా వాటిని తనకు కావలసిన పదార్థములుగా మార్చుకుంటుంది. కణమునకు కావలసిన శక్తిని ఉత్పన్నము చేయుటకు హరితరేణువులు (Chloroplasts), మైటోకాండ్రియన్లు తోడ్పడుతాయి.

జీవ ప్రవాహమునకు కావలసిన శక్తికి మూల కారణము సూర్యుడే. ఈ శక్తి ఉష్ణముగను, కాంతిగను భూమిని చేరును. ఈ కాంతిశక్తిని ఒక ఖియఘబద్ధమైన క్రమముతో బంధించి రసాయనిక

శక్తిగా మార్చి,  $CO_2$  ను, నీటిని ఉపయోగించుకొని ఈ శక్తిని అణువులలో పదిలపరచుటను కిరణజన్య సంయోగక్రియ (Photosynthesis) అందురు. పత్రహరితము కాంతిశక్తిని గ్రహించుటతో కిరణజన్య సంయోగ క్రియ ఆరంభమగును. పత్రహరితము హరితరేణువులలో వుంటుంది. హరితరేణువు రెండు పొరలతో కప్పబడి యుండును. ఒకదానిపై నొకటి దగ్గరదగ్గరగా పేర్చబడిన లేమెల్లా (Lamellae) ను అది కలిగి వుంటుంది. ఈ విధముగా పేర్చబడిన లేమెల్లాలను పటలికారాకులు (Grana) అందురు. లేమెల్లా లేని ప్రదేశమంతటిని అవర్ణక (stroma) అందురు. కిరణజన్య సంయోగక్రియయొక్క ప్రథమ కాంతిరసాయనచర్యవల్ల, శక్తి సమృద్ధమైన ATP యు, క్షయకరణము చెందిన NADP యు పటలికారాకులలో ఉత్పత్తి కాగలవు. తరువాత ఈ రెండురసాయన పదార్థముల సాయముతో  $CO_2$  కార్బోహైడ్రేటుగా, అవర్ణకలో తయారవుతుంది. ఈ విధముగా కాంతి శక్తి, ఉపయోగపడు శక్తిగా మారుతుంది. ఈ శక్తిని కణము, అవసరమైనపుడు, పలువిధములుగా వుపయోగించుకొంటుంది.

మైటోకాండ్రియన్లు - బాక్టీరియాలోనూ నీలి, ఆకుపచ్చ శైవలాలలోనూ, క్షీరదాల ఎఱ్ఱరక్తకణాల్లోనూ తప్పక క్రిన-అన్నిరకములకణములయందు వుండును. అవి 0.2 నుండి షుమారు 5.0 మైక్రానుల పరిమాణము కలిగి ద్వంద్వకారముగను లేక గుండ్రముగాను వుంటాయి. ఇవి రెండు పొరల బిపోప్రోటీనుతో చేయబడి, మాత్రిక (Matrix) ను కప్పతూ వుంటాయి. వీటిలోపలి పొర పలువిధములుగా మడతలు చెందిన క్రిస్టై (Cristae) గా వుంటుంది. ఇలా వుండుట వలన వీటి అంతర్భాగ వైశాల్యము ఎక్కువగును.

మైటోకాండ్రియన్లు, కణములయందలి క్వాసక్రియా కేంద్రములు. కార్బోహైడ్రేటులు, ప్రోటీ

నులు, క్రొవ్యలు అనునవి, మైటోకాండ్రీయన్ల బయట-కణద్రవ్యముల ఎన్జైములచేత-పెరువిక్, ఎమైసో, ఫాటీ ఆప్లములుగ మారుతాయి. ఇవి మైటోకాండ్రీయన్ యొక్క పొర గుండా, మాత్ర కలోనికి, పోతాయి. అచ్చట ఇవి ఎంజైముల చర్యలవల్ల ఒకను విడగొట్టబడి,  $CO_2$  గా మారు నట్లు చేయబడుతవి. ఈ చర్య జరుగునపుడు కణము A.T.P.,  $O_2$  లను ఉపయోగించుకొనును. కార్బన్ డయాక్సైడ్, నీరు, రసాయనిక శక్తి (ATP), ఈ చర్యయొక్క అంత్య ఉత్పన్నాలు. కణములయొక్క అవసరాలనుబట్టి ఈ ATP అణువులు వివిధ భాగములకు పంపబడును. పెరువిక్, ఎమైసో, ఫాటీ ఆప్లములను విడగొట్టే ఎంజైములు-కరిగిన రూపంలో - మైటోకాండ్రీయన్ యొక్క మాత్రకలో వుంటాయి. ATPని ఉత్పత్తిచేసే ఎంజైములు మైటోకాండ్రీయా లోపలి పొరలతో సన్నిహిత బాంధవ్యము కలిగి వుంటాయి.

లైసోసోములు (Lysosomes) జంతువుల యొక్క కణద్రవ్యములోనే వుంటాయి. అవి పొరలచేత కప్పబడి కణములోని పలు విధమైన జీవక్రియలకు తోడ్పడుతూవుంటాయి. ఈ కణాంగములు కేంద్రకాష్టుముల (Nucleic acids) ను, ప్రోటీనులను, పాలీ శకరైడుల (Poly saccharides)ను, ఇతర పదార్థములను జీర్ణింపజేసే ఎంజైములను కలిగివుంటాయి. వీటిలో ఎక్కువగా యాసిడ్ పాస్ఫటేస్ (acid phosphatase) అనే ఎంజైము వుంటుంది.

రిక్తికలు (Vacuoles) కణద్రవ్యములో పొరలచేత ఆవరింపబడిన స్థలములు. ఇవి జంతువులలో కంటే మొక్కలలో స్పష్టముగ వుంటాయి. రిక్తిక, కణముయొక్క మధ్యభాగములో వుండి, కణద్రవ్యమును కణముయొక్క అంచుల వైపునకు చేర్చుచుండును. ఇలా వుండుటవలన వాయు వినిమయము చుటుకుగా జరుగును. రిక్తిక, కణములలో

ద్రవాభిసరణ నియంత్రణకుకూడ తోడ్పడుతుంది. ప్రొటోజోవాలో ఎక్కువైన నీటిని, పనికిరాని ద్రవాలనూ బయటకు పంపుటకు ఇది తోడ్పడుతుంది. ఈ రిక్తికలు మొక్కల కణములలో పనికిరాని పదార్థములను నిలువచేయు స్థలములుగ కూడ ఉపయోగ పడుచుండును.

సెంట్రీయోల్స్ (Centrioles) సహజముగ మొక్కలలో కంటే జంతువులలో ఎక్కువగా ఉంటాయి. ఇవి కేంద్రకపు పొరకు బయటవైపు దగ్గరగ ఉంటాయి. ఇవి కళాశాల (Flagellae)ను, శైలికాం (Cilia) ను రూపొందించుటలో తోడ్పడతాయి. ముఖ్యముగ సెంట్రీయోల్స్, కణవిభజనలో పాల్గొంటాయి.

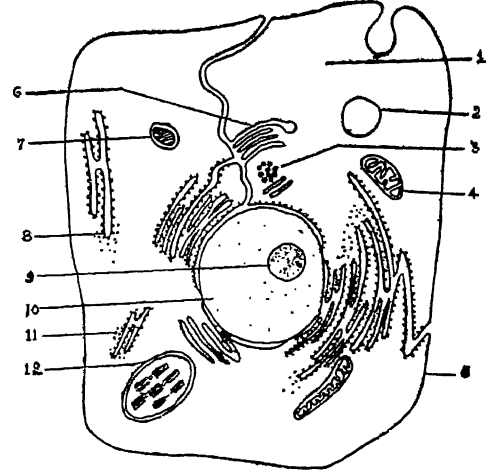
కణాంగము లన్నియు, కేంద్రకముతో సహా కణద్రవ్యము (Cytoplasm) లో పొదుగుబడి వుంటాయి. కణద్రవ్యము ప్రవాహిగ అర్థ పారదర్శకత్వముగ, జిగటుగా, సాగుగుణము కలిగినదిగ వుండును. కణద్రవ్యము కరిగిన రూపములో నుండి, పలు విధములగు జీవక్రియలకు కావలసిన పెక్కు ఎంజైములను కలిగియుండును.

కేంద్రకము కణములో అతిముఖ్యమైనది. కణము యొక్క అనువంశిక పదార్థ మంతయు కేంద్రకములోనే వుంటుంది. కేంద్రకము, కేంద్రకపు పొరచే కప్పబడి, వుంటుంది. కేంద్రకపు పొరలో కేరియో లింఫ్ (Karyo lymph), కేంద్రకాంశము (Nucleolus), వల వలె అల్లబడిన క్రోమాటిన్ (Chromatin) ఉంటాయి. ఈ క్రోమాటిన్, కణవిభజన జరుగునప్పుడు, క్రోమోజోములుగ కూర్చబడుతుంది. కేరియో లింఫ్ ఎక్కువగా ఉండుటవలన కేంద్రకము దాదాపు ప్రవాహి (fluid) గ ఉంటుంది. కేంద్రకాంశములు సాధారణముగ కణవిభజన జరుగునప్పుడు అదృశ్యమై మరల అంతిమదశలో కొన్ని క్రోమోజోముల

నుండి ఉద్భవిస్తూ ఉంటాయి. కణములో కేంద్ర కాంశముల యొక్క సంఖ్య, జాతిని బట్టి, నిర్దిష్ట ముగ ఉంటుంది. ఈ విధముగ కేంద్రకము ఒకటి గానీ, రెండుగానీ, అంతకంటె యెక్కువగానీ, కేంద్రకాంశములను కలిగి వుంటుంది. కేంద్ర కాంశము రైబోజోములను కూర్చుటలోనూ, కేంద్రక ప్రోటీనుల సంశ్లేషణములోనూ తోడ్పడు తుంది. క్రోమోజోములు జన్యుపదార్థమైన DNAను, RNAను, కొన్ని విధములైన ప్రోటీనులను, ఫాస్ఫో లిపిడ్స్ (Phospholipids) ను కలిగి వుంటాయి. క్రోమోజోముల సంఖ్య, స్వరూపము, ఒక్కొక్క జాతిలో, విశిష్టముగను, నిలకడగను వుంటుంది; కాని ముఖ్యముగ కొన్ని మొక్కలలో క్రోమోజోములు బహుస్థితికత్వము (Polyploidy) చూపుతాయి. క్రోమోజోములలో ఉండే DNA, ఆనువంశిక అణువుగా వ్యవహరిస్తుంది. DNA ఒక రెండు పోగుల సర్పిలము. ఈ పోగుల పొడ వున అమర్చబడిన సత్రజని ఊరముల వరస క్రమ మును బట్టి, DNA అణువులో ఆనువంశిక సమా చరము సంచితమై ఉండి, కణమునకు దాని ఏకైక మైన స్వభావమును ఇచ్చును. ఇతర క్రోమోజోము ఘటకములైన ప్రోటీనులును, RNA యును వేరు వేరైన జన్యు చైతన్య కారకములుగను, నిశ్చేష్టతను కలుగజేయునవిగను పాత్ర వహించుచుండును. కణ ములలోని హరిత రేణువులు, మైటోకాండ్రీయన్లు, కొంత DNAను కలిగిఉండి, ఆనువంశికములో కూడ శ్రమవిభజనను చూపుతున్నవి.

పైన వివరించిన విధముగ కణములలో వివిధ కణాంగములు వేరు వేరు ముఖ్యమైన క్రియలను నిర్వహించుచు, కణములలో శ్రమ విభజన కలదని నిరూపించుచున్నవి. దిగువ పటములో చూపబడిన విధముగ కణములలోని ప్రతిభాగము అవయవ రసాయన పూర్వకముగ, విభిన్నముగ, స్పష్టముగ నుండి కణాంగముల సమష్టి సహకారములతో ఉత్పన్నముగు చర్యలను-పెరుగుదల (Growth),

పునరుత్పత్తి (Reproduction), జీవక్రియ (Metabolism), బాగుచేయుట (Repair), షోభ్యత (Irritability), చలనము (Motion) అనువానిని-అన్నింటిని నిర్వహించు చుండును.



పటము 1. జీవకణములో శ్రమ విభజన.

1. కణద్రవ్యము : పలు విధములైన కరిగిన ఎంజైమ్లను కలిగి యుండును. ఫాటీ యాసిడ్స్ సంశ్లేషణములో ఎమైనో ఆమ్లముల చైతన్య కారకమునకు, కార్బో హైడ్రేటులను ప్రోటీనులను క్రోవులను పెరువిక ఆమ్లముగా (గ్లైకాలిసిన్), ఎమైనో ఆమ్లములుగా, ఫాటీ యాసిడ్స్ గ మార్చుట, ముఖ్యపాత్రవహించును.
2. రిక్తిక : ద్రవాభిసరణ నియంత్రణను నిర్వహించుచు పనికిరాని పదార్థములను నిలువ చేయు స్థలము.
3. సెంట్రోమోల్ : కణవిభజనలో కళభాలను, శైలికాలను రూపొందించుటలో పాత్ర వహించును.
4. మైటోకాండ్రీయా : శ్వాసక్రియ - ATP ఉత్పత్తి - ATP కణ పదార్థముల ఉత్పత్తి, ఉత్తేజిత అభిగమనము, చలనము, సంకోచము, ప్రేరణలను ప్రసరణ చేయుట



మొదలగు వివిధములగు పనులకు ఉపయోగ పడుతుంది.

5. ప్లాస్మా పౌర : పరిసరాల నుండి వేరుపరుచుట, పరిమాణ నిర్మాణము భద్రపరచుట, అర్థ పారదర్శకపు పౌరగా పనిచేయుట, పీనోసైటాసిస్, పాగోసైటాసిస్.
6. గాల్జీ ఆపరేటన్ : స్రావ పదార్థములను కణము వెలుపలికి పంపుట, ప్లాస్మా పౌర ఉత్పత్తిలో పాత్ర వహించుట.
7. సోలైసోములు : జీర్ణింపచేసే ఎంజైములను కలిగి వుండును.
8. ఎండోప్లాస్మిక్ రెటిక్యులమ్ : సైటోస్కెరిటన్, ఎంజైమ్లను ఇమిడ్చుకొని ఉండుట, పదార్థములను నిలువ చేయుట, వాటి రవాణా, కణోత్పత్తి పదార్థముల తయారీ.
9. కేంద్రకము : రైబోసోములను కూర్చుట.
10. కేంద్రకము : జన్యు సమాచారమును నిలువయుంచి పంపారంభకముగ సంక్రమింప చేయుట.
11. రైబోసోములు : ప్రోటీనుల సంశ్లేషణ స్థానాలు.

12. హరిత రేణువు : కిరణజన్య సంయోగక్రియ, కార్బోహైడ్రేటుల తయారీ.

### FURTHER READING

BOURNE, G. H. : *DIVISION OF LABOUR IN CELLS*. ACADEMIC PRESS; NEWYORK, 1970.

KENNEDY, D. (INTRODUCTIONS) *THE LIVING CELL*; READINGS FROM SCIENTIFIC AMERICAN; W. H. FREEMAN AND COMPANY; SAN FRANCISCO. 1965.

MERCER, E. H. *CELLS AND CELL STRUCTURE*. HUTCHINSON EDUCATIONAL, 1961.

MORRISON, J. H. *FUNCTIONAL ORGANELLS*; REINHOLD PUBLISHING CORPORATION; NEW YORK, 1966.

SWANSON, C. P. *THE CELL*, PRENTICE - HALL INC. ENGLEWOOD CLIFFS N. J. 1964.

డా॥ కె. వి. మాధవరావు

## 74. జీవనము - శక్తి మార్పిడి

అన్ని జీవసంబంధ వ్యవస్థలకు వాటి జీవిత ప్రమేయములను కొనసాగించుకొనుటకు శక్తి మిక్కిలి అవసరము. భూమండలము మీద పెరిగే ప్రతి జీవికి కావలసిన శక్తిని, ఆకుపచ్చని కణాలు మాత్రమే పత్రహరితం సహాయంతో పౌర సంబంధ ఘగు ఉత్పత్తిని గ్రహించి తగురీతిగా లభింప

చేస్తున్నాయని గమనించాలి. కొన్ని వర్గాల బాక్టీరియం లోనూ, ఆకుపచ్చని మొక్కలకణాల్లోనూ, ఉండే పత్రహరితం సహాయంతో పౌర సంబంధముగు శక్తియందలి ఉత్పత్తిని గ్రహించి రసాయనశక్తిగా మార్పుపొందించి, దీనిసాయంతో కర్పన యోగి కాము ఉత్పన్నం చేయడాన్ని కిరణజన్యసంయోగ

క్రియ అంటారు. ఈ ప్రక్రియవల్ల ఏర్పడ్డ ఉత్పాదకాలు జంతువులకు శక్తి స్థావరాలుగా ఉపయోగపడతాయి.

ఆకుపచ్చని మొక్కలు మాత్రమే సూర్యరశ్మిని గ్రహించి, దానినుండి శక్తివంతములగు యోగికాంగు ATP అణువులను, ఫోటో ఫాస్ఫోరిలేషన్ ద్వారా ఏర్పరుస్తాయి. కాని శ్వాసక్రియలోకూడా శక్తివంతమైన అణువులు ఉద్భవిస్తాయి. ఇవి మాత్రము-శక్తివంతమైన కార్బోహైడ్రేట్లు ఆక్సికరణ చెంది, తక్షణమే ఏర్పడ్డ  $NADH_2$ ,  $NADPH_2$  లు ఆక్సికరణం చెందేటప్పుడు, విడుదలయ్యే శక్తికణాలలోని ADP, ip లను, ATP గా నిర్మితమొందించుటలో వినియోగపడును. కాబట్టి శక్తి ఒక రూపంనుండి వేరొక రూపానికి, ఒక వ్యవస్థనుండి వేరొక వ్యవస్థలకూ మార్పునొందుటలు విపులంగా దిగువ వివరింపబడినవి. జీవరాసులలో శక్తి ఒకస్థితినుంచి, వేరొక స్థితికి రూపాంతరమొంది, కణాలలో జరిగే నిర్మాణాత్మక ప్రక్రియలకు తోడ్పడుతుంది. మొక్కలలోనూ, జంతువులలోనూ, బాక్టీరియాలలోనూ, ఎల్లప్పుడూ శక్తి ఏదో ఒక రూపంలో ఉంటూనే ఉంటుంది. శక్తి ఎప్పుడును, ఉత్పత్తి స్థానంనుండి వినియోగపడేచోట్లకు, ATP రూపంలో మాత్రమే ప్రయాణంచేస్తుంది. కణాలలో జరిగే వివిధ భౌతిక, రసాయన చర్యలలో కణాలు ఎప్పుడూ ఉష్ణాన్ని గ్రహించడంగానీ, విడుదల చేయడంగానీ సాధారణంగా జరుగుతూనే వుంటుంది. శక్తిగ్రాహక చర్యలు ఉష్ణాన్ని గ్రహిస్తాయి. శక్తిమోచక క్రియలు ఉష్ణాన్ని విడుదల చేస్తాయి. శక్తిని ఎప్పుడూ ఒకరూపం నుండి వేరొక రూపానికి మార్చవచ్చునేకాని, శక్తిని నిర్మించడం, లేదా నాశనం చేయడం అనేది జరగనిపని. పనికి వినియోగపడే శక్తిని దాని ఉష్ణరూపంలో వృథాపరచవచ్చునుగానీ,

ఉష్ణమునుండి పనికి వినియోగమయ్యే శక్తిని మాత్రం ఉత్పన్నం చేయలేము. ఉష్ణముకూడా ఒక ప్రత్యేకమైన శక్తిరూపమైనప్పటికీ, ఉష్ణాన్ని పూర్తిగా పనికి వినియోగపడేటట్లుగా మార్చుచేయలేము.

శక్తిని, అది ఉపయోగపడే విధానాన్ని బట్టి, అనేకరూపాలలో జీవరాసులలో గమనించవచ్చు. ఇవియే యాంత్రికశక్తి, రసాయనశక్తి, వికిరణశక్తి, ఉష్ణశక్తి మున్నగునవి. యాంత్రికశక్తి సాధారణంగా రెండు రూపాలలో వుంటుంది: గతిజశక్తి, స్థితిజశక్తి. గతిజశక్తినే స్పృశ్యశక్తి అని అంటారు. జీవరాసులలో వివిధ ప్రక్రియలకు ఉపయోగపడే శక్తి గతిజశక్తి మాత్రమే. స్థితిజశక్తి సహజంగా నిల్వఉండే శక్తిగా ఉండి, అవసరమయినపుడు గతిజశక్తిగా మార్పునొందును. స్థితిజశక్తి సాధారణంగా ఆహారపదార్థాలలో నిల్వగా ఉంటుంది. ఒక యోగికము విచ్చిన్నమయ్యేటప్పుడు, దాని అణువుల మధ్యన ఉండే బంధాలు తెగిపోవడంవల్ల సరళ యోగికాలుగా ఉత్పన్నమగుటయు, రసాయనిక శక్తిని విడుదల చేయుటయు గమనింపవచ్చును. భూమిమీద బ్రతికే ప్రతిజీవి సూర్యశక్తి మీదనే ఆధారపడి వుంటుంది. ఇది సహజంగా స్థితిజశక్తిగా ఉండి అవసరమైనపుడు గతిజశక్తిగా మార్పుచెందుతుంది. జీవరాసుల అభివృద్ధిలోను, పునరుత్పత్తి మున్నగు ప్రక్రియలలోను సాధారణంగా శక్తి ఒకరూపంనుంచి వేరొక రూపానికి మార్పుచెంది, చివరకు ఉష్ణాన్ని విడుదలచేస్తుంది. ఉష్ణం సహజంగా యోగికంలోని అణువుల యాదృచ్ఛిక చలనాలవల్ల ఉద్భవిస్తుంది.

శక్తి ఒకరూపంనుంచి వేరొక రూపానికి మార్పుచెంది జీవరాసులకు వినియోగపడుతుంది. ఉదా : నత్రజని స్థాపనకు ఉష్ణశక్తి అవసరము. ఇందులకై కర్చనపు యోగికాలు శక్తిమోచక చర్య ద్వారా విచ్చిన్నం చెంది ఉష్ణశక్తిని విడుదలచేసి నత్రజని

స్థాపనకు తోడ్పడును. శక్తిమోచకపు చర్య ద్వారా విడుదలైన ఉష్ణము సంపూర్ణంగా శక్తి గ్రహక చర్యలలో వినియోగపడక కొంత ఉష్ణము ఎప్పుడూ వ్యర్థమవుతుంది. జంతువులలోను మొక్కలలోనూ జరిగే శ్వాసక్రియ, శక్తిమోచక క్రియలలో అతి ముఖ్యమైనదని చెప్పవచ్చు. వీటిలో ఒక అణువు గ్లూకోస్ ఆక్సికరణం చెంది శక్తిని, ఉష్ణాన్ని విడుదలచేస్తుంది. శ్వాసక్రియ మూలంగా స్వేచ్ఛా శక్తి తగ్గుతుంది.

ప్రకృతిలో సూక్ష్మజీవులు, మొక్కలు, తదితర జీవరాసులు అతిముఖ్యమైన జీవరసాయన చర్య అగు శ్వాసక్రియద్వారా తమకు కావలసిన శక్తి అవసరాలను తీర్చుకొంటూ ఉంటాయి. శ్వాస క్రియలో కార్బోపైడ్రేట్లు, ఒక నియమిత పద్ధతిలో జరుగు రసాయన చర్యలకులోనై, ఆక్సికరణచెంది నిర్మాణాత్మక ప్రక్రియలకు వినియోగపడే శక్తిని ఉద్భవింప చేస్తాయి. క్లిష్టమైన ఎంజైముల ప్రభావం వల్ల కార్బోపైడ్రేట్లు విచ్ఛిన్నం కావడం మూలంగా వాటిలో దాగి ఉన్న స్థితిజశక్తి, గతిజశక్తిగా మారి వివిధ రసాయన కార్యాలను నిర్వహించుటకు వినియోగపడుతుంది. శ్వాసక్రియ జరిగే పద్ధతిలో సూక్ష్మజీవులనుంచి బాగా ఎదిగిన మొక్కలవరకు ఒకేరకమైన రసాయన చర్యలను గమనింపవచ్చు. శ్వాసక్రియలో కార్బోపైడ్రేట్ల వంన ప్రైరూవిక్ ఆమ్లం ఉద్భవిస్తుంది. దీనినే మౌలికశ్వాసక్రియ అని, లేదా గ్లైకాలిసిస్ అని అంటారు. గ్లైకాలి డిక్ క్రమంలో ఒక అణువు గ్లూకోస్ నుండి రెండు అణువుల ప్రైరూవిక్ ఆమ్లము ఉత్పన్నమవుతుంది. వాయు సహిత, వాయురహిత శ్వాస క్రియలను జరుపుకొనే జీవులన్నింటోనూ రసాయనచర్యలు ఒకే రకంగా ఉంటాయి.

గ్లైకాలిడిక్ క్రమంలో జరిగే రసాయనచర్య లను నాలుగు ముఖ్య భాగాలుగా విభజింపవచ్చును :

1. గ్లూకోస్ అణువు ఫ్రక్టోస్ 1,6- డై ఫాస్ఫేటుగా రూపొందుట; 2. ఫ్రక్టోస్ 1, 6- డై ఫాస్ఫేటు నుండి రెండు ట్రయోస్ అణువులు ఉత్పన్న మవుట; 3. ఫాస్ఫోగ్లిసరాల్ డిహైడ్ ఆక్సికరణం చెందటం; 4. ఫాస్ఫోగ్లిసరిక్ ఆమ్లం ప్రైరూవిక్ ఆమ్లంగా మార్పుచెందటం. గ్లైకాలిడిక్ క్రమానికి అవసరమయ్యే ఎంజైమ్ లనున్నటిని మొక్కలనుండి, సూక్ష్మజీవులనుండి విముక్తపరచి వాటి ప్రభావా లను వైజ్ఞానికులు గమనించారు.

పెక్సోక్సైనేజ్, ఫాస్ఫోఫ్రక్టోక్సైనేజ్ ఎంజైమ్ ల సాయంతో రెండు అణువుల DTPని గ్లూకోస్ వినియోగించుకొని ఫ్రక్టోస్ 1, 6- డై ఫాస్ఫేటుగా రూపొంది, ఆల్టోలేడ్ ఎంజైమ్ ప్రభావంచే రెండు ట్రయోజ్ అణువులుగా చీలి, ట్రయోజ్ అకర్బనపు భాస్వరంతో కలసి 1,3- డై ఫాస్ఫో గ్లిసరాల్ డిహైడ్ గా మార్పు నొందును. గ్లిసరాల్ డిహైడ్ ఫాస్ఫేట్ ఆక్సికరణం చెంది 1,3- డై ఫాస్ఫో గ్లిసరిక్ ఆమ్లం గ రూపొంది, ఫాస్ఫోగ్లిసరాల్ కైనేజ్ ఎంజైమ్ ప్రభావం వల్ల ADP అణువుతో కలసి 3- ఫాస్ఫో గ్లిసరిక్ ఆమ్లాన్ని, శక్తివంతమైన ATP నీ ఉత్పన్నం చేస్తుంది. పిమ్మట 3- ఫాస్ఫోగ్లిసరిక్ ఆమ్లముపై ఫాస్ఫోగ్లిసరిక్ మ్యూటేజ్, ఇసరేజ్, ఎంజైమ్ ల చర్యవల్ల ఫాస్ఫోఇసాల్ ప్రైరూవిక్ ఆమ్లం ఉద్భవించి, చివరకు ప్రైరూవిక్ కైనేజ్ ఎంజైమ్ ప్రభావంచేత ఫాస్ఫోఇసాల్ ప్రైరూవిక్ ఆమ్లం, ఒక అణువు ADPని వినియోగించుకొని ఒక అణువు ప్రైరూవిక్ ఆమ్లాన్ని, ఒక అణువు ATP నీ ఉత్పత్తి చేస్తుంది.

ఈ విధంగా ఒక గ్లూకోస్ అణువునుంచి రెండు ప్రైరూవిక్ ఆమ్లాణువులు ఏర్పడుటకుగాను రెండు అణువుల ADP వినియోగపడుటనూ, తిరిగి నాలుగు అణువుల ATP ఉద్భవించుటనూ, మరి 1,3- డై ఫాస్ఫో గ్లిసరాల్ డిహైడ్, 1,3- డై ఫాస్ఫో, గ్లిసరిక్ ఆమ్లంగా ఉత్పన్నమయ్యేటప్పుడు ఉద్భవించే

క్షయం చెందిన రెండు అణువుల  $\text{NADH}_2$  ల వల్ల శక్తి ఒక స్థితి నుండి వేరొక స్థితికి రూపాంతరం చెంది వివిధ రసాయన చర్యలలో తోడ్పడే విధానమునూ గురించి శాస్త్రజ్ఞులు గమనించారు. గైకాలిసిన్ అను ప్రక్రియ కణాంగేతర కణద్రవ్యములో జరుగుతుంది. దీనికి అవసరమైన ఎంజైమ్ లన్నియు, జీవకణంలోని కణద్రవ్యంలోనే లభిస్తాయి.

గైకాలిసిన్ క్రమంలో ఏర్పడ్డ ప్రైరూవిక్ ఆమ్లం, మైటోకాండ్రియాలో చేరి వాయుసహిత మార్గంలో క్రమపద్ధతిలో జరిగే రసాయన చర్యలకు గురి అవుతుంది. దీనిలో రసాయన చర్యలు చక్రియంగా జరుగుటవల్ల, దీనిని సిద్ధికాస్తువు వలయమని కాని, క్రెబ్స్ వలయమని కాని అంటారు. ఈ చక్రియ పద్ధతిలో ప్రతి ప్రైరూవిక్ ఆమ్లం అణువు మూడు డీకార్బోక్సిలేషన్ చర్యలకు, అయిదు డీహైడ్రో జినేషన్ చర్యలకు లోసుకాగా మూడు కార్బన్ డయాక్సైడ్ అణువులు, క్షయకరణం చెందిన మూడు  $\text{NADH}_2$  లు, ఒక అణువు  $\text{NADPH}_2$ , మరి ఒక అణువు  $\text{FADH}_2$  ఉత్పన్నమవుతాయి. ఈ క్షయకరణం చెందిన అణువులు ఆక్సికరణం చెందటంవల్ల వివిధ నిర్మాణాత్మక ప్రక్రియలలో వినియోగపడే శక్తి ఉద్భవింపడం జరుగుతుంది. అంటే గ్లూకోజ్ అణువులో నిగుంభితమై ఉన్న శక్తి, ఈ అణువు వివిధ రసాయన చర్యలకు లోనై, సరళమైన యోగికాలను ఏర్పరచుటలో సంకీర్ణ యోగికములోని శక్తి కొద్దిపాటు అణువులుగా నిశితమైన చర్యల వద్ద విడుదలై, ATP యోగికాలలో నిల్వ చేయబడి, జీవ సంబంధమైన చర్యలకు వినియోగపడుతూ ఉన్నదనవచ్చును. క్రెబ్స్ వలయంలో ఒక అణువు ప్రైరూవిక్ ఆమ్లం, ఆక్సికరణం చెందాలంటే, మొదట ప్రైరూవిక్ ఆమ్లం ఎసిటైల్ కోఎంజైమ్ A గా మార్పుచెంది, పిమ్మట ఈ అణువు ఆగ్గలో ఎసిటిక్ ఆమ్లంతో సమ్మేళనం చెంది, సిద్ధికాస్తున్ని ఉద్భవింపజేస్తుంది. సిద్ధికాస్తుం

నుండి, ఇసోసిటిక్ ఆమ్లము,  $\rightarrow$  ఆగ్గలో సక్సినిక్ ఆమ్లము  $\rightarrow$  ఆల్ఫా కీటోగ్లూటారిక్ ఆమ్లము  $\rightarrow$  సక్సినిల్ కోఏ,  $\rightarrow$  సక్సేనిక్ ఆమ్లం  $\rightarrow$  ఫ్యూమరిక్ ఆమ్లము  $\rightarrow$  మ్యాలిక్ ఆమ్లముల ద్వారా తిరిగి ఆగ్గలో ఎసిటికామ్లము పునరుద్భవిస్తుంది. ఈ నిర్ణీత పద్ధతిని జరుగు రసాయన చర్యల వల్లనే క్షయకరణం చెందిన  $\text{NADH}_2$ ,  $\text{NADPH}_2$ ,  $\text{FADH}_2$  ఉద్భవిస్తున్నాయి. క్రెబ్స్ వలయం క్రమంగా జరగవలసినదే ఆగ్గలో ఎసిటిక్ ఆమ్లము సరఫరా నిరాటంకంగా ఉండాలి. ఒక్కొక్కప్పుడు క్రెబ్స్ వలయంలో ఉత్పన్నమయ్యే మాధ్యమిక పదార్థాలు వేరు రసాయన చర్యలలో వినియోగపడి క్రెబ్స్ వలయం ప్రమాణాన్ని తక్కువ స్థాయిలో ఉంచటం జరుగుతుంది.

వాయుసహిత శ్వాసక్రియ ద్వారా కార్బోప్రైరైట్లు ఆక్సికరణం చెందేటప్పుడు ఏర్పడ్డ  $\text{NADH}_2$ ,  $\text{NADPH}_2$ ,  $\text{FADH}_2$  లు, ఎలక్ట్రాన్ రవాణాలో ఆక్సికరణం చెందుతాయి. శ్వాసక్రియలో ఎన్నో రసాయన చర్యలను గమనించారు. కాని ఆక్సిజన్ పాత్ర మాత్రము చివరిచర్యలో మాత్రమే గమనింపనగును. క్షయకరణ స్థితిలోని పదార్థాలు ( $\text{NADH}_2$ ,  $\text{NADPH}_2$ ,  $\text{FADH}_2$ ), ఎలక్ట్రాన్ రవాణాకు అధస్త పదార్థాలుగా ఉపకరిస్తాయి. వీటినుంచి ఉదజని, స్థానాంతర గమనం చెంది, వివిధ మాధ్యమిక ఎన్జైముల ద్వారా చివరకు అణు ఆక్సిజన్ను చేరుతుంది. ఎలక్ట్రాన్ రవాణాలో శక్తి, నిర్ణీతమైన చర్యలలో, విడుదలై ADP ని ఆకర్షనపు బాహ్యరంతో సమ్మేళనం చేయటంలో తోడ్పడి, శక్తివంతమైన ATP ని ఉద్భవింపజేస్తుంది. ఎలక్ట్రాన్ ఒక ఎంజైమ్ నుండి మరొక ఎంజైమ్ కు స్థానాంతరమొంది ఆక్సికరణం చెందేటప్పుడు శక్తి ఉద్భవింపుట జరుగుటవల్ల, దీనిని ఆక్సికరణ ఫాస్ఫోరిలేషన్ అంటారు.

ఒక గ్లూకోస్ అణువు పూర్తిగా ఆక్సికరణం చెందినయెడల, దీనిలోని శక్తి వివిధ రసాయన చర్యల మూలంగా 40 అణువుల ATPని ఉత్పన్నం చేస్తుంది. క్రెబ్స్ వలయం తగు ప్రమాణంలో జరగాలంటే, ఎప్పుడూ ఆక్సికరణ స్థితిలో ఉన్న పిరిడిన్ న్యూక్లియోటైడ్లు, ఫ్లేవో ప్రోటీన్లు లభ్యపడాలి. ADPయు, అకర్బనపు భాస్వరమును పుష్కలంగా లభించినపుడే సాధారణంగా శక్తి, ఒక యోగికమునుండి వేరొక యోగికానికి మార్పు చెందుటయు, ఆక్సికరణ చర్యలలో విడుదలయ్యే వివిధ శక్తి రూపాలు ATP నిర్మాణానికి తోడ్పడ గలుగుటయు ఇందువలన విధితములు.

## FURTHER READING

1. Topics in the Study of Life. The Bio Source Book. 1971. Harper & Row, Publishers, Inc.
2. Davies D.D. Giovanelli, J. and T. Ap Rees. Plant Biochemistry; 1964. F. A. Davies Company; Philadelphia.

డా॥ జె. వి. శ్రీనివాసరావు

## 75. శక్తి నిల్వ

కార్బోహైడ్రేట్లు, క్రొవ్వులు, ప్రోటీన్లు మొదలగు యోగికాలు మొక్కలలోను, జంతువుల జీవనంలోను శక్తికి మూలాధారాలుగా ప్రముఖ పాత్రను వహిస్తాయి. అన్ని జీవరాసులు తమలో రసాయనశక్తిని నిల్వచేసుకొనుటకుగాను ముఖ్యంగా కార్బోహైడ్రేట్లను వినియోగించుకొంటాయి. శక్తిని నిల్వచేయడంలో తోడ్పడే కార్బోహైడ్రేట్లు సాధారణంగా పాలీ సేకరైడ్లు, స్టార్చ్, గ్లైకోజెన్లకు చెందినవిగా ఉంటాయి. మొక్కలలో యివి సాధారణంగా కిరణజన్య సంయోగక్రియద్వారా ఉత్పన్నమయి, మొక్కల కణనిర్మాణానికి, వివిధ జీవనక్రియలను సక్రమంగా కొనసాగించుటకూ దోహదం చేస్తాయి.

కార్బోహైడ్రేట్లవలననే ప్రతి జీవకణంలోను క్రొవ్వు పదార్థాలు ఉంటాయి. ఇవికూడా జీవరాసులకు శక్తిసావరంగా వినియోగపడతాయి. మొక్కల

కాండము, ఆకు, వేరు, పుష్పము, పండ్లు మొదలైన అంగాలలో కొవ్వులు లభ్యపడతాయి. పండ్లకణ జాలాలలోనూ, విత్తనాలలోనూ, అధికంగా కొవ్వులు వుంటాయి. కొబ్బరి, వేరుశనగ, ఆముదము, నూవులు, పత్తి విత్తనాలలో మనము అధికస్థాయిలో క్రొవ్వులను గమనిస్తూనే వుంటాము. మొక్కల కణాలలోనూ, జంతువుల కణాలలోనూ, సంకీర్ణ క్రొవ్వు సమ్మేళనాలను గమనింపవచ్చు. వీటినే ఫాస్ఫోలిపిడ్లు అంటారు. ఉదా : లెసిథిన్.

కార్బోహైడ్రేట్లు, క్రొవ్వులు, ప్రోటీన్లు అనేవి బృహదణువులు. ఇవి మొక్కలలోనూ, జంతువులలోనూ నిర్మాణాత్మక పదార్థాలుగానో, పోషకపదార్థాలుగానో ఉపకరిస్తూ ఉంటాయి. ఈ బృహదణువులన్నీ, విచ్ఛిన్నత నొందినపుడు అధికశక్తిని విడుదల చేస్తాయి. ఈ శక్తి మిగతాకొన్ని నిర్మాణాత్మక క్రియలకు తోడ్పడి, ఇతర యోగిక

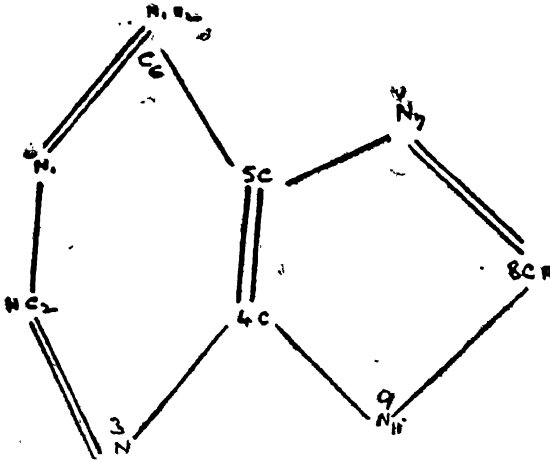
కాలను ఉద్యవింపజేస్తుంది. శ్వాసక్రియలో అధస్త పదార్థంగా కార్బోహైడ్రేట్ వినియోగపడి, కార్బోహైడ్రేట్ ఆక్సికరణం చెందుటతో కార్బన్ డయాక్సైడ్, నీరు, వినియోగపడే శక్తి విడుదల జరుగును. శక్తి కేటంము ఉష్ణరూపంలో వృథా చెందకుండా నిర్మాణాత్మక ప్రక్రియలో వినియోగ పడే రూపంలో ATP అనే యోగికంగా నిల్వ ఉంచబడుతుంది. శక్తి నిల్వచేయబడింది అనగానే, మనం ATP యోగికంగా వుందని భావించాలి. కార్బోహైడ్రేట్లు, కొవ్వులు, ప్రొటీనులు మున్నగు యోగికాలలో ఉదజని, కార్బనము, ఆప్టజని - ప్రొటీనులలో అదనంగా నత్రజని - మున్నగు మూంకాలు ఉండుటచే, యివి అన్నీ ఒకదానితో మరొకటి బంధాన్ని కలిగి- బృహదణువుగా ఉద్య వించేటపుడు శక్తి ఈ అణు నిర్మాణానికి వినియోగ పడి ఉండుటచే- బృహదణువులలో శక్తి నిగుంబి తమై ఉండి, ఇవి జలవిశ్లేషణ చెందినపుడు, ఆక్సి కరణం చెందినపుడు శక్తిని విడుదల చేస్తాయి. కావున మొక్కలలోనూ, జంతువులలోనూ బృహ దణువులు శక్తికి మూలాధారాలుగా పనిచేస్తాయని గమనించాలి.

కణాలలో జరిగే నిర్మాణాత్మక ప్రక్రియలకు శక్తి అవసరము. శక్తి ఎల్లప్పుడును, ఉత్పత్తిస్థానం నుండి వినియోగపడేదేవుట్లకు ATP రూపంలో ప్రయాణంచేస్తుంది. సాధారణంగా కణంలో జరిగే వివిధ భౌతిక, రసాయనిక చర్యలలో కణాలు ఉష్ణాన్ని గ్రహించడంగానీ, విడుదల చేయడంగానీ జరుగుతుందని గ్రహిస్తూనే ఉంటాము. ఉదా : శ్వాసక్రియలో కార్బోహైడ్రేట్లు ఆక్సికరణంచెంది వివిధ రసాయన చర్యలకు లోనై తమలో, నిగుం బితమైన శక్తిని నియమిత పద్ధతిలో జరిగే యితర రసాయన కార్యాలను నిర్వహించడానికి వినియోగ పడే శక్తిగా- అనగా రసాయనిక శక్తిగా- ఉద్య వింపచేస్తాయి. కణాలలో జరిగే జీవనక్రియలలోని శక్తి మార్పిడులకు ATP గొప్ప మాధ్యమిక యోగికంగా ఉపకరిస్తుంది. కణంలో జరిగే శక్తి

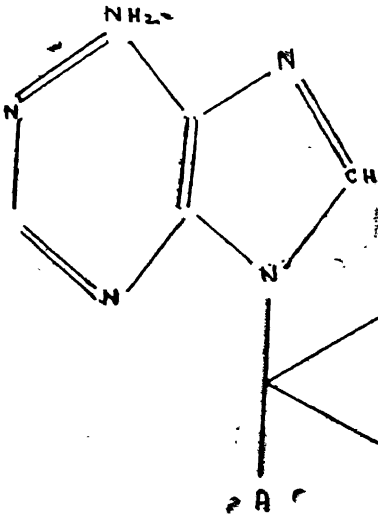
మోచక క్రియలకు, శక్తిగ్రాహకచర్యలకు ATP అతిముఖ్యమైన మాధ్యమిక పదార్థంగా పరిగణింప బడుతుంది. సాధారణంగా వాయు సహిత శ్వాస క్రియను, జరుపుకొనే జీవులలో కార్బోహైడ్రేట్లు శక్తి కేంద్రాలుగా పనిచేస్తాయని గమనించారు. అధికశక్తిని గల్గిన యోగికాలనుండి అల్పశక్తి గల్గిన ఫాస్ఫేటు యోగికాలకు శక్తిని మార్పు నొందించి శక్తివంతమైనట్లుగా రూపొందించుటలో ATP తోడ్పడుతుంది.

శ్వాసక్రియలోని క్రెక్స్ వలయంలో జరిగే రసాయన చర్యలద్వారా విడుదలయ్యే స్వేచ్ఛా శక్తి, ADP ని ఆకర్షనపు భాస్వరంతో సమ్మేళన చేయటంలో తోడ్పడి, శక్తివంతమైన ATP ని ఉద్యవింపజేస్తుంది. శ్వాసక్రియలో ఎలక్ట్రాన్ రవాణాద్వారా శక్తి ఏర్పడి, ATP యోగికాల నిర్మాణంలో తోడ్పడుతుంది. శ్వాసక్రియలో ఒక్క- గ్లూకోజ్ అణువు పూర్తిగా విచ్ఛిన్నంచెంది, మొత్తం 40 అణువుల ATP ని ఉద్యవింప జేస్తుందని గమనించారు. ఎలక్ట్రాన్ రవాణాలో ఎలక్ట్రాన్ స్థానాంతరణ చెండేటపుడు విడుదలయ్యే స్వేచ్ఛా శక్తి, శక్తివంతమైన ATP నిర్మాణానికి వినియోగ పడుతుందని తెలుసుకొన్నారు. ATP నిర్మాణము నిరంతరము జరిగేందుకు ADP, ఆకర్షనపు భాస్వ రము పుష్కలంగా లభించవలె. ATP తయారైన వెంటనే, అతప్రకమైన అది రసాయన చర్యలలో తోడ్పడి ADP పి తిరిగి విడుదలచేసి, ఫాస్ఫోరీలేషన్ చర్యలలో ఉపకరిస్తుంది. శక్తి ATP రూపంలోనేకాక, GTP గానూ కూడా వెలువడుటను, శ్వాసక్రియలో గమనించే ఉంటారు. ATP, GTP, UTP మున్నగు నవి శక్తివంతమైన యోగికాలు. వీటన్నిటిలోను ATP యోగికము మాత్రము అధిక శక్తివంత మైనదని గమనించాలి. మొక్కలలో, జంతువు లలో జరిగే అన్ని జీవన క్రియలలో శక్తిని, ATP రూపంను-డే సరఫరా చేయడం జరుగుతుంది.

ATP యోగికము నత్రజని షారముతోనూ, చక్కెరతోనూ, ఫాస్ఫేటుతోనూ, సమ్మేళనము చెంది ఏర్పడింది. ఏ విధంగా ATP ఏర్పడు తుందో గమనించుదము. నత్రజని షారాంశు రెండు



అడినైన్



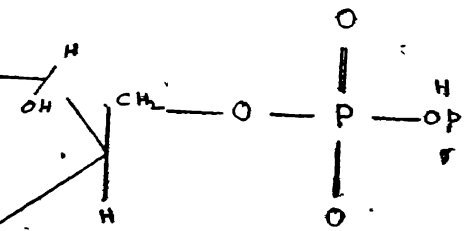
అడినోసిన్ మోనో ఫాస్ఫేటు

గా ఉత్పన్నమై, AMP కంటే అధిక శక్తివంత మైందిగా ఉంటుంది. అనగా ADP రెండు అణువుల ఫాస్ఫేటుగా ఉన్నదన్నమాట. మొదటి ఫాస్ఫేటు అణువుకు, రెండవ ఫాస్ఫేటు అణువుకు అధిక శక్తితో కూడిన బంధము ఒకటి ఉంటుంది. దీనిని

సమాహేతుగా వర్గీకరణ చేశారు: 1. హైడ్రోలైసిస్ (ఉదా : అడినోస్, గ్వానోస్). 2. పిరమిడిన్లు (ఉదా : సైటోసిన్, యూరాసిన్, థైమాన్). ATP నిర్మాణంలో పిరమిడిన్లతో ప్రమేయం లేదు. కాబట్టి హైడ్రోలైసిస్ గూర్చి తెలుసుకొందాము. అడినోస్ నిర్మాణము ప్రక్కన ఈయబడినది.

ఈ హైడ్రోస్ ఒక చక్కెరతో బంధితమై అడినోసిన్ గా ఉద్భవిస్తుంది. ఇక్కడ రైబోస్ చక్కెర వినియోగపడుతుంది. హైడ్రోస్ తోని 9వ స్థానంలో ఉన్న నత్రజనితో చక్కెర సమ్మేళనమైంది, అడినోసిన్ ను ఉత్పన్నం చేస్తుంది. ఏమృత యిది ఫాస్ఫేటుతో ఎస్టరీకరణ మొంది అడినోసిన్ మోనో ఫాస్ఫేటుగా రూపొందుతుంది.

అడినోసిన్ మోనోఫాస్ఫేటు శక్తిస్థాయిలో APT కంటే అల్పశక్తి గల్గినది. AMPకి మరొక ఫాస్ఫేటు అణువుతో ఎస్టరీఫికేషన్ జరిగిన ADP

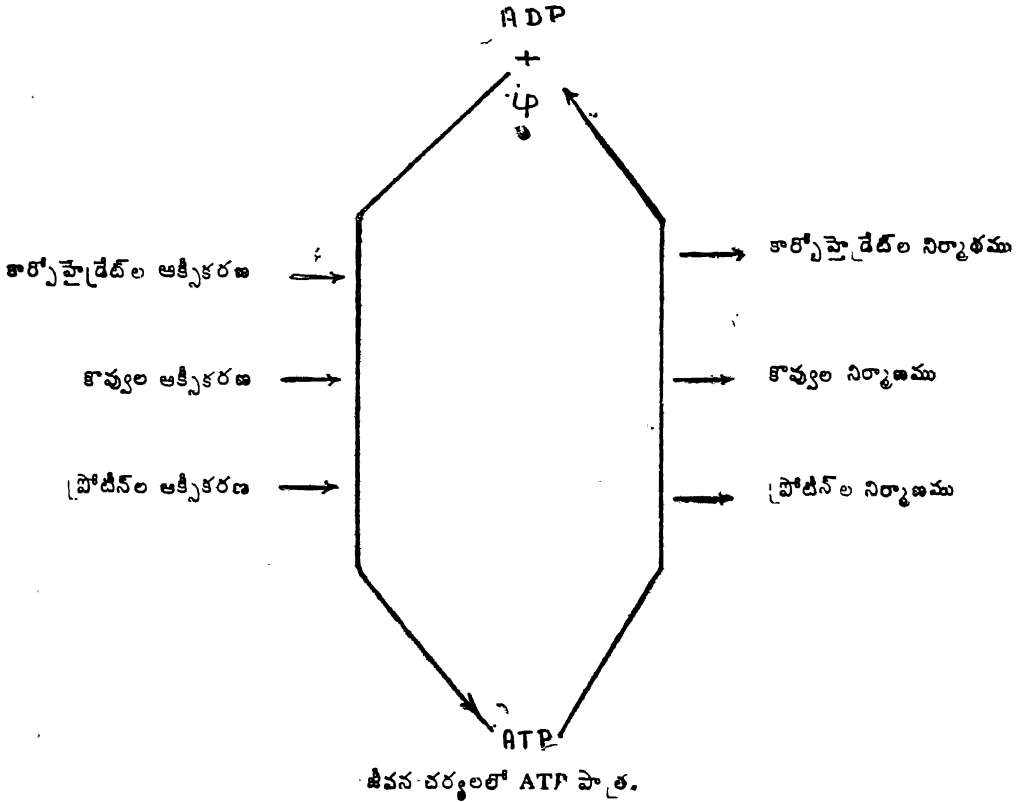


అధిక శక్తిని కల్గిన ఫాస్ఫేటు బంధకము అంటారు. సాధారణంగా దీనిని దిగువరూపంలో వ్యక్తపరుస్తారు  
అడినోస్ - రైబోస్ - ఫాస్ఫేటు ~ ఫాస్ఫేటు  
Ad — R — ((p)) ~ ((p))  
అడినోసిన్ రై ఫాస్ఫేటు (ADP)

ADPకి వేరొక ఫాస్ఫేటు అణువును చేర్చిన ATP రూపొందుతుంది. ADPలోని రెండవ ఫాస్ఫేటు అణువుకు చేర్చబడ్డ మూడవ ఫాస్ఫేటు అణువు, ADPనుండి విడిపోయేటపుడు సాధారణంగా అధిక శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. సాధారణంగా కణంలో జరిగే రసాయన చర్యలన్నీ, తటస్థ హైడ్రోజన్ ఆయాన్ గాఢత PH 7.0 వద్ద జరుగుతాయి. ఈ హైడ్రోజన్ గాఢతవద్ద APT అణువులోని మూడు ఫాస్ఫేటు భాగాలు, సంపూర్ణంగా అయోనైజ్ కాగలవు. ATP లోని చివరి ఫాస్ఫేటు విభాగము, జలవిశ్లేషణముద్వారా, వేరుపడ్డప్పుడు అధిక స్వేచ్ఛా శక్తి ( $\Delta F^1 = -7 \text{ Kcal / అణువుకు}$ ). విడుదలవుతుంది. ATP అణువు స్వేచ్ఛా శక్తిని విడుదలచేసి ADPగా ఫాస్ఫేటు విభాగముగా విడిపోయిన తదుపరి, ADP లోని శక్తి అల్పముగా ఉంటుంది.

మరల ADP, జల విశ్లేషణ చెంది, AMPగా రూపొందిన యెడల, ATP విశ్లేషణ చెంది విడుదల చేసిన శక్తి కంటే, అల్ప స్థాయిలో, ADPనుండి స్వేచ్ఛా శక్తి ( $\Delta F^1 = -6.5 \text{ K cal/అణువుకు}$ ) విడుదల అవుతుంది. ఏమృత AMP నుండి కూడ కొంత స్వేచ్ఛా శక్తి ఉత్పన్నమగుటను గమనింపవచ్చు కాని ఇది అతి స్వల్పము ( $\Delta F^1 = -2.2 \text{ Kcal/ అణువుకు.}$ ) గా ఉద్భవిస్తుంది.

కణాలన్నింటిలో శక్తి సర్వ సాధారణంగా ATP రూపంలోనే నిల్వఉండి నిర్మాణాత్మక క్రియలలో తోడ్పడుతుంది. కార్బోహైడ్రేట్లు, లిపిడ్లు, ప్రోటీనులు ఆక్సీకరణంచెంది ATPని విడుదల చేయగా, ఆ శక్తి ఏ విధంగా ఈ యోగికాల నిర్మాణంలో వినియోగ పడుతుందో ఈ దిగువ పటము వలన తెలిసికొనవచ్చును.





## FURTHER READING

1. BURKE J. D. 1970 : Cell Biology; Scientific Book Agency; Calcutta.
2. LEVITT. J. 1969; Introduction to Plant Physiology : C. V. mosby Company, Japan.

3. DAVIES D. D., GIOVANELLI J.,  
AP REES. T. 1964, Plant Bio-  
chemistry. Blackwell Scientific  
publications.

డా॥ జె. వి. శ్రీనివాస రావు

**76. మొక్కలు - నీరు**

జీవుల మనుగడకు నీరు అత్యంత ప్రధానమైనది. జీవులన్నీ జలమయ చాలావరణంనుండి ఉద్భవించాయని జీవోత్పత్తి వ్యాసంలో తెలుసుకొన్నాము. మొక్కల జీవన చర్యలు సమర్థవంతంగా జరుపుకోవడానికి ఈ క్రింద చెప్పిన విధంగా నీరు ప్రాముఖ్యము వహిస్తుంది.

1. నీరు, మొక్కల జీవపదార్థముతో ఒక ఘటకంగా ఉండి, మొత్తం బరువులో 95 శాతం వరకు వుంటుంది. నీరు అత్యల్పకాలానికి తగ్గితే జీవనపదార్థము సహజగుణాన్ని కోల్పోతుంది. ఎండుకనగా జీవన క్రియలను ప్రేరేపించే జీవన పదార్థపు బృహదణువులయిన ఎంజైములు (Protein enzymes), కేంద్రకామ్లములు (Nucleic acids), స్టార్చ్ (starch-గంజి) మొదలైనవి నీటి అణువులకు సన్నిహితంగా ఉండి, సక్రమమైన జీవరసాయన చర్యలకు తోడ్పడుతాయి. జీవపదార్థము నిరంతరతమే అది క్రియావంతరంగా ఉండదు.

2. జీవ పదార్థములో జరిగే అనేక రసాయన చర్యలలో నీరు ప్రత్యక్షంగా పాల్గొంటుంది. జల విశ్లేషణ (Hydrolysis), సాంద్రీకరణ (Condensation) చర్యలలో కర్చన పదార్థాలకు నీరు చేర్చబడటం గాని, తీసివేయబడటం గాని మొక్కల జీవనక్రియలలో ముఖ్యమైనవి.

ఉదాహరణకు, పిండి పదార్థాల అంతర పరివర్తనాలు ఇట్టివే.



కార్పనికాష్టములలో.:

$\text{హ్యమెరిక్ ఆమ్లము} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{మెరిక్ ఆమ్లము.}$

కిరణజన్య సంయోగక్రియలో కార్బన్ డయాక్సైడ్ క్షయకరణం చెందడానికి ఉపయోగ పడే హైడ్రోజన్ పరమాణువులకు నీరు మూలము. శ్వాసక్రియలో నీరు ఉత్పాదిత మౌతుంది.

3. అనేక పూర్ణాలు కరగడానికి, అవి రసా  
యన చర్యలు జరపడానికి నీరు ద్రావణిగా ఉప  
యోగ పడుతుంది. నీటి అధిక శై ఎలక్ట్రిక్  
నిర్ధాంతము దీనికి కొంతవరకు కారణము.

4. నీరు, మొక్కల జీవపదార్థంలో ఉండే పెద్ద రిక్తికాలతో నిలువపడుపనికి ఉంటుంది. కణాలకూ, దాని ద్వారా మొక్క అంతటికీ, స్పీతం కలుగ దానికి నీరు చాలవరకు కారణము.

5. మొక్కలలో నీరు, రవాణావ్యవస్థ (Transport system) గా పనిచేస్తుంది. మొక్కలోపల

అనేక పదార్థాల చలనం జరుగుతుంది. నీటిలో సంతృప్తత చెందిన కణకవచాల ద్వారా, ఈ పదార్థాలు ప్రసరిస్తాయి; లేదా పోషకనాళాలద్వారా, దారు నాళాలద్వారా, ఇతర కణజాలాల ద్వారా ఈ పదార్థాలు అధికంగా ద్రవరూపంలో రవాణా అవుతాయి.

6. మొక్కలలో నీరు అనేక రకాల అదనపు క్రియలను జరిపిస్తుంది. ఉదాహరణకు దారువు (xylem) లో పోషక నాళాలలో (phloem) కరిగి వున్న పదార్థాల చలనానికి నీరు యాసకంగా పనిచేస్తుంది. దీనిద్వారా చలించే సంయోగబీజాల (mobile gametes) ఫలదీకరణ జరపడానికి నీరు యాసకంగా ఉంటుంది. సిద్ధబీజాలు (spores), ఫలాలు (frutis), విత్తనాలు (seeds) వ్యాప్తి చెందడానికి, ఇది ఉపకరిస్తుంది. పాక్షికంగా గానీ, పూర్తిగాగానీ నీటిలో నిమజ్జనం అయిన మొక్కలలో కాండాలను, ఆకులను తేల్చి ఉంచి వాటికి ఇది ఆధారమిస్తుంది.

7. నీటి అధిక విశ్లేషణము, ద్రవీభవనోష్ణము, బాష్పీభవనోష్ణము (Heat of vapourisation) మొదలైన గుణాలు మొక్కల ఉష్ణస్థిరీకరణలో పాత్రపహిస్తాయి. నీటికిగల ఈగుణాలవల్ల మొక్కపాచ్చు పరిమాణంలో ఉష్ణాన్ని శోషించినా, దాని ఉష్ణోగ్రతలో మార్పులు కొద్దిగానే ఉంటాయి. ఇంతేకాకుండా పరిసరంనుంచి వికిరణశీల శక్తి (Radiant energy) రూపంలో మొక్క ఉష్ణాన్ని శోషిస్తూన్నప్పుడు దాని ఉపరితలాలనుంచి నీరు బాష్పీభవనం చెందడంవల్ల కొంత ఉష్ణము పరిసరాలకు తిరిగి చేరి చల్లదనాన్నిస్తుంది.

8. సైట్రోజన్ బంధంవల్ల నీటి అణువులు ఒకదానికొకటి ఆకర్షితమవుతూ ఉంటాయి ఇలాంటి ఆకర్షణవల్ల నీటి అణువులు సంసంజనంగా ఉండటం వల్ల వీటికి సంసంజన బల (cohesive force)

ముంటుంది. మొక్కలలో ఉండే సన్నని దారు వాహికాలలో ఉండే నీటి తన్యతాబలము (tensile strength) చాల ఎక్కువగా వుంటుంది. ఈ యాంత్రికవల్ల నీరు వృక్షాలలో వివిధ భాగాలకు ప్రసరణ చెందుతుంది.

9. మొక్కల కణజాలాల్లో నీరు, దానికి గల అధిక ద్రవీభవోష్ణ స్వభావం చేత, మంచుగా మారినప్పుడు, వ్యాకోచంచెంది మొక్కలకు హాని కలుగుతుంది. తనుగుల అధిక ద్రవీభవనోష్ణంవల్ల నీరు ఘనీభవించడానికి తక్కువ సంసిద్ధత చూపుతుంది.

**మొక్కల శరీరనిర్మాణ నియంత్రణలో నీటి ప్రాముఖ్యము**

నీటిలో జీవనం సాగించే మొక్కలను నీటి మొక్కలని అంటారు. ఈ మొక్కలకు భూవాసము లైన మొక్కలకంటే అత్యల్పంగా పరిమాణంలో ఆక్సిజన్ లభిస్తుంది. కొన్ని నీటి మొక్కలలో ఉపరితల పరిమాణము అధికంచేసుకోదానికాను తంతువులు (filaments) వలె మార్పుచెందు పద్ధతి ఉంటుంది. అందువల్ల వీటికి ఆక్సిజన్ అధిక పరిమాణంలో లభిస్తుంది. ఇలాంటి మొక్కల బహిష్కర్మమీద అవభాసిని (Cuticle) లేకపోవడంవల్ల మొత్తము మొక్కభాగ మంటదీనుండి ఆక్సిజన్ పోషక పదార్థాలు సులువుగా విస్తరణ చెందుతాయి.

ఉదా:- రనన్కులస్ అగువాలిస్ (Ranunculus agualis). పత్రరంధ్రాలు ఈమొక్కలలో ఉండవు. ఈ మొక్కల ఉద్బిజ్జ దేహ భాగాలలో పెద్ద ఖాళీ ప్రదేశాలు (cavities) ఏర్పడి, వాటిలో గాలి నిలువ వుంటుంది. ఈగాలిగదులు, గాలిని నిలువ చేయడమే కాక, మొక్కలను నీటిలో తేలేటట్లు చేయడానికి కూడా ఉపయోగిస్తాయి. సాధారణంగా నీటిని వీల్చుకోదానికి ఉపయోగపడే అంగాలలో షీజడశ కనబడుతుంది. వేరు వ్యవస్థ విస్తరించి ఉండదు.

నీటి అడుగున నాటుకొని వుండే మొక్కలలో (కలువ తామర,) కాండము సాధారణంగా కొమ్మగాని, దుంపగాని, అయివుంటుంది. ఆకులకు పొడవైన పత్రవృంతం వుండి, పత్రదళాలు నీటి ఉపరితలానికి వస్తాయి. ఇలాటి మొక్కలలో ఆసరానిచ్చే యాంత్రిక కణజాల వ్యవస్థ, నాళికావృంశాలు స్వల్పంగా ఉంటాయి. మరికొన్ని నీటిమొక్కలలో నాళికా వృంశాలు, యాంత్రిక కణజాలవ్యవస్థ నామమాత్రంగా ఉంటాయి.

### హైగ్రోఫైటులు (Hygrophytes)

ఉదా:- చాలారకం మాస్ (Mass) మొక్కలు లివర్ వర్త్లు (Liverworts), కొన్నిరకాల ఫెర్న్లు (Ferns) మొక్కలు. ఈ మొక్కలు ఆర్ధశీతగల వాయు వాతావరణంలోను, నీటితో సంక్రమణ చెందిన మృత్తికలోను, నీడలోను అలోగ్యంగా పెరుగుతాయి. కిరణ జన్య సంయోగ క్రియకు అనువుగా ఈ మొక్కల ఆకులు విస్తరంగా వుంటాయి. ఈ మొక్కలు తాత్కాలికమైన నీటి వర్షిడికి ఓర్పుకొని, నీరుంభ్యంకాగానే తిరిగి పునర్జీవం పొందుతాయి.

### మధ్యరకం ఉద్బిజ్జములు (Mesophytes)

వేరువ్యవస్థ, శాఖలు కలిగి ఉంటుంది. వేళ్ళకు మూలకేళలు సమృద్ధిగా ఉంటాయి. మధ్యరకం మొక్కలు పెరిగే భూములలో బాక్టీరియములు, శిలీంధ్రాలు బాగా పెరుగుతాయి. అవి మొక్కల వేళ్ళతో సహజీవనం జరుపుతాయి. పత్రాలు పెద్దవిగాను, ద్వీపార్కృత సౌష్ఠ్యం యుతంగాను, పల్పగాను ఉంటాయి. బహిశ్చర్మంమీద అవనాసిని పల్పగా ఉంటుంది. పత్రరంధ్రాలు ఎక్కువగా, పత్రదళాల కిరువైపులానుండి బాష్పీకృత్యాన్ని ప్రోత్సహిస్తాయి. ఇవి పెరిగే భూములలో నీటి ఎద్దడిగాని, మురుగునీరుగాని వుండవు. మధ్యరకం మొక్కలు పెరిగే భూవాతావరణం ఆదర్శప్రాయంగా ఉండ

టం వల్లనే అట్టి ప్రదేశాలు సాగుచేయడానికి, పంటలు సమృద్ధిగా పండించడానికి అనువుగా ఉంటాయి.

### ఎడారి మొక్కలు (Xerophytes) :

సాధారణంగా మొక్కకు, భూమిలో ఉపయోగపడే, లేదా లభ్యమయ్యే నీరు (available water) లేని స్థలాంలో పెరిగే మొక్కలు ఎడారి మొక్కలు. మృత్తికలో స్వల్ప పరిమాణంలో ఉన్న నీటిని పీల్చుకోడానికి అనువుగా ఈ మొక్కల వేరువ్యవస్థ భూమిలో బాగా లోతుకూ, ప్రక్కలకూ విస్తరిస్తుంది. కాండములో, ఆకులలో నీరు నిలువ వుండటంవల్ల అవి బలసిఉంటాయి (Succulent or fleshy), అందులో పారంత్రైమా కణవ్యవస్థ ఎక్కువగా ఉండి నీరునిలువ చేయడానికి ఉపయోగిస్తుంది.

ఉదా : బ్రహ్మజెముడు (Opuntia), కలబంద (Aloe), స్వేదా (Suaeda) అనేవానిలో బాష్పీకృత్యం తగ్గించడానికి ఆకులు షీజీస్తాయి, లేదా రాలిపోతాయి, లేదా ముట్లుగా మారుతాయి. అటువంటి సందర్భాలలో ఆకులు చేసే కిరణజన్య సంయోగ క్రియను కాండము చేపట్టి, ఆకులవలె మారి పత్రహరితమును ఉత్పత్తిచేసి, కిరణజన్య సంయోగక్రియను జరుపుతుంది. అటువంటి కాండా లను పిల్లోక్లేడ్లు లేదా క్లేడ్ ఓ రంటారు. ఉదా : ఓప్టెన్సియ (Optunia), సరుగుడు (Casuarina) ఆస్పరేగస్ మొదలైనవి.

వీని పత్రదళాలు మందంగా ఉంటాయి. పత్రదళం ఉపరిభాగం మైనంతోగాని, దట్టమైన కేళంతోగాని కప్పబడి ఉంటుంది. బహిశ్చర్మపు వెలుపలి గోడలు దట్టమైన అవభాసినిచే కప్పబడి ఉంటాయి. బహిశ్చర్మము అనేక పొరలు కలిగి ఉంటుంది. స్తంభ కణజాలము (palisade tissue) అనేక పొరలుగా ఉండవచ్చు. కొన్ని గడ్డి మొక్కలలో పొడి వాతావరణానికి అనువుగా ఆకులు చుట్టుకొని, పత్రరంధ్రా

లను కప్పతూ బాష్పోత్సేకాన్ని ఆరికట్టుతాయి. క్రియాత్మకములైన ఎడారి మొక్కలు (Physiological Xerophytes) నీరు వుష్కలంగా ఉండే నేలలలో పెరుగుతాయి. కాని అటువంటి నీటిలో లవణాలు ఎక్కువగా కరిగి ఉండటంవల్ల, మొక్కలకు ఆ నీటిని పీల్చుకొనే శక్తి ఉండదు. అటువంటి నీరు వున్నా లేనట్టే లెక్క. ఉదా. సేలి కోర్నియా (Salicornia SP), ఆర్థోక్విమమ్ (Arthroquemum), అవిసీనియా (Avicenia), బ్రగేరా (Brugera), మొదలైనవి. ఈ మొక్కలు ఎడారి మొక్కలకుగల బాహ్య అంతర్ స్వరూప నిర్మాణాన్ని చూపిస్తాయి.

### బాష్పోత్సేకం (Transpiration)

మొక్కశోషించినపుడు మొత్తం పరిమాణంలో 98 శాతం వరకు దాని ఉపరితలంనుంచి ఆవిరి రూపంలో నీరు పోతుంది. మొక్కలు ఆవిరిరూపంలో నీటిని కోల్పోయే ప్రక్రియను బాష్పోత్సేకం అంటారు. బాష్పోత్సేకంలో అధికభాగం ఆకుల ద్వారా జరుగుతుంది. బాష్పోత్సేకం మొక్కల జీవితంలో అత్యవసరమైన ప్రక్రియగా చాలమంది వృక్ష శరీర శాస్త్రజ్ఞులు భావిస్తున్నారు. పత్రరంధ్రాలనుంచి నీరు ఆవిరిగా పోతూ ఆక్సిజన్, కార్బన్ డయాక్సైడ్ వినిమయానికి వీలు కలుగ జేస్తుంది. దీనినిబట్టి పత్రరంధ్రాలు బాష్పోత్సేకానికే కాక తక్కిన జీవప్రక్రియలకు కూడ తోడ్పడతాయని తెలుస్తుంది. పత్రంనుంచి కొంత పరిమాణంలో ఉష్ణాన్ని బాష్పోత్సేకం తొంగిస్తుంది.

మొక్కల పెరుగుదలమీద బాష్పోత్సేకం పరోక్షంగా ప్రభావం చూపుతుందని కొన్ని ఆధారాలు సూచిస్తాయి. అధిక బాష్పోత్సేకంవల్ల మొక్కల

పత్ర రంధ్రాలు మూసికొని కార్బన్ డయాక్సైడ్, ఆక్సిజన్ వాయువుల వినిమయం జరుగుతుంది. ఇంతేకాకుండా మొక్కకణాల్లో నీటికొరత వల్ల కిరణజన్య సంయోగక్రియ, శ్వాసక్రియ నిరోధితము లౌతాయని నిదర్శనాలున్నాయి. అందుచేత వాటిలో సహజ వృద్ధి ఉండదు. మొక్కలలో నీటి కొరతవల్ల ఎమైనో ఆమ్లాలు, ప్రోటీనులు, జీవన క్రియలు నిరోధితములౌతాయి. ప్రోటీనుల విచ్ఛిన్నంకూడా జరుగుతుందని నిరూపించారు. ఖనిజ లవణాలు, చాలవరకు సక్రియ శోషణవల్లా, కొంత వరకు నిష్క్రియ శోషణవల్లా మొక్కలవేళ్ళద్వారా లోపలికి ప్రవేశిస్తాయి. ఈ ఖనిజ లవణాలు ఒకసారి వేరుల దారునాళాలలోనికి ప్రవేశించిన తరువాత, మొక్కలలో వాటి వితరణ, విసరణాలను బాష్పోత్సేకం ప్రభావితం చేస్తుంది.

వర్షాభావంవల్లా, జనాభాపెరుగుదలవలన ఈనాడు ప్రపంచదేశాలలో నీటికి కొరత ఏర్పడింది. ఈ నీటి కొరతను తీర్చడానికి వివిధ విజ్ఞాన రంగాలకు సంబంధించిన శాస్త్రజ్ఞులు కృషిచేయుచున్నారు. వృక్ష శరీరధర్మ శాస్త్రజ్ఞులు కూడా ఈ కృషికి చేయూత నిచ్చినారు. భూమిలో లభ్యమయ్యే నీటిని, మొక్కలు పీల్చుకొని బాష్పోత్సేకంద్వారా వాతావరణంలోనికి అధిక భాగం విడుదల చేయడం వల్ల భూమిలోని నీరు వృథా అవుతుంది. కనుక నీటిని బాష్పోత్సేకం ద్వారా ఎక్కువ నష్టపడకుండా నియంత్రించ వచ్చునని ఆధునిక వృక్ష శరీర శాస్త్రజ్ఞులు అభిప్రాయ పడుచున్నారు.

పూర్తిగా, లేదా పరోక్షంగా పత్ర రంధ్రాలను మూసే వివిధ రసాయనాలనూ, పత్రాలను కప్పి వుంచే ఉపరితలపటలా(Surface films)నూ బాష్పోత్సేక నిరోధకాలుగా వాడుతారు. ఇప్పుడు కొన్ని

ప్రత్యేక యోగికాలను (ఫినైల్ మెథైరిక్ అసి డేడ్ - PMA, అబ్ సైసిక్ ఆప్లము - ABA వంటివి) వాడి పత్రరంధ్రాలను చాలవరకు మూసు కునేటట్లు చేయవచ్చును.

వీటివల్ల బాష్పోత్సేకం 30-40% వరకు తగ్గు తుందని అంచనా వేశారు. ఆక్సిజన్, కిరణజన్య సంయోగక్రియకు కావలసిన కార్బన్ డయాక్సైడ్, పాక్షికంగా తెరుచుకొని ఉన్న పత్రరంధ్రాల ద్వారా ప్రవేశించడానికి అటంకం కలుగదు. కనుక కిరణ జన్య సంయోగక్రియ దమనంకాదు. వృక్ష శరీర ధర్మనూత్రాలను అనుసరించి భూమిలోని నీరు మొక్కలద్వారా వృథా కాకుండా చేయగల సాధ నాలలో ఇది ఒకటి. ఈ యోగికాల ప్రభావం రెండు మూడు వారాల వరకే పరిమితమై వుండటం మరొక అనుకూల లక్షణము.\*

వాతావరణంలో ఆవిరి రూపంలోనూ, మృత్తిక లోనూ, ద్రవరూపంలోనూ ఉండే నీటికి మొక్కలకూ మధ్య సన్నిహిత సంబంధాలు పూర్తిగా అవగాహన చేసుకోడానికి, మొక్కకూ నీటికిగల సంబంధాలను మొత్తంగా పరిగణించవలె. సాధారణంగా మృత్తిక - మొక్క (Soil - plant), మృత్తిక - వాతావరణము (Soil-atmosphere), మొక్క-వాతావరణము (Plant-atmosphere), మధ్య తలాల వద్ద నీరు స్వేచ్ఛగా చలిస్తుంది.

కనుక ఈ మూడు ప్రభావ శ్రేణులను- అంటే మృత్తిక - మొక్క - వాతావరణములను ఒకే అవి చ్చిన్న వ్యవస్థ (Soil - Plant - Atmosphere Continuum) గా భావించడం అవసరము. కొన్ని పరిస్థితులలో ఈ మొత్తపు వ్యవస్థలోని భాగాలను (నేలనుండి మొక్కలోనికి నీరు ప్రవేశించడం, మొక్క వివిధ భాగాలలో నీటిచలనము, మొక్కల నుండి వాతావరణంలోనికి నీరు బాష్పోత్సేకం చెందడం వంటి వాటిని), విడివిడిగా అధ్యయనం చేయ వచ్చును. కాని ప్రకృతిలో మొక్క - నీటి సంబంధాలను పూర్తిగా అర్థం చేసుకోడానికి SPAC (Soil - plant - Atmosphere continuum) భావన తోడ్పడుతుంది.

#### FURTHER READING

1. Knight, R.O (1965) - The Plant in relation to Water; Dover Publications, New York.
2. Slaytor, R O. (1967) - Plant - Water relationships; Academic press, New York.
3. Sutcliffe, J. (1968) - Plants and Water; St. Martins press. New York.

డా॥ పి. మల్లికార్జున స్వామి

\*ఈ రంగంలో ఆచార్య రామదాసుగారి పర్యవేక్షణలో శ్రీ వేంకటేశ్వర విశ్వవిద్యాలయంలో పరిశోధనలు జరుగుతున్నాయి.

## 77. ద్రావిడాల దీర్ఘ స్థానాంతరణము

మొక్కలు జరుపుకొనే జీవన క్రియలలో - నీరు వివిధ భాగాలకు ప్రసరణ కావడమే కాకుండా - 1. లవణాలు వేరులనుండి కాండానికి, శాఖలకూ, ఆకులకు సరఫరా కావడం, 2. ఆకులలో తయారైన కర్బన పదార్థాలు పత్రహరితములేని భాగాలకు శ్వాసక్రియకొరకూ, జీవ సంశ్లేషణ కొరకూ సరఫరా కావడం కూడా ముఖ్యమైనవి.

ఈ విధంగా ఎక్కువ దూరంలో ఉన్న వివిధ భాగాలకు జరిగే పదార్థాల రవాణా (Long distance transport) ను ద్రావిడ సుదీర్ఘ స్థానాంతరణ మని అంటారు.

ఖనిజ లవణాల స్థానాంతరణము (Transport of Minerals)

నీటిలో కరిగివున్న ఖనిజ లవణాలు వేరులనుండి దారునాళాల ద్వారా ఆకులకు స్థానాంతరం చెందుతాయని ఎమ్. మాల్పీజీ (1675), స్టీఫెన్ హెల్స్ (1727), బెరడు కత్తిరించిన ప్రయోగాలు చేసి నిరూపించారు. ఇటీవల శాస్త్రజ్ఞులు మొక్కల వేరులకు రేడియో ధార్మిక పొటాషియం ( $^{42}\text{K}$ ) మరియు ఫాస్ఫరస్ ( $^{32}\text{P}$ ) లవణాలు సరఫరా చేసి, వాటి ధార్మిక శక్తి ప్రసరణ, దారునాళాల ద్వారా, ఆకుల్లోనికి జరుగుతుందని కనుగొన్నారు. లవణాలు నీటి సహాయంలో నిష్క్రియాత్మకంగా (passively) దారునాళాల ద్వారా ప్రసారంచెంది ఆకులలోకి చేరగా అక్కడ శోషణ జరుగుతుంది. దారుకణాలలో నీటి ప్రసరణ చాల వేగంగా జరుగుతుంది (ఒక నిమిషానికి కొన్ని సెంటీమీటర్ల చొప్పున). ఈ విషయాన్ని రేడియో ధార్మిక లవణాన్ని ఉపయోగించి తెలుసుకొన్నారు. ప్రసరణ వేగం మొక్కయొక్క ప్రకృతి (Habit) మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

(24)

సాధారణమైన ఆవరణ, పరిస్థితులలో, నత్రజని అవధిగా (Limiting) ఉన్నప్పుడు, మృత్తికలో నున్న నైట్రేట్లు అధిక స్థాయిలో శోషితములగుట వలన అమ్మోనియాగా మారి, వేరులలో సేంద్రియ నత్రజని సంయోగ పదార్థాలు సృష్టింపబడతాయి. ఈ పదార్థాలు దారు నాళాల ద్వారా మొక్కలోని వివిధ భాగాలకు స్థానాంతరం చెందుతాయి. దారు రసమును సేకరించి, ఇగిర్చి పరిశీలిస్తే ఏన్ పార్టిటిక్, ఎలసీన్, లూసిన్, గ్లూటమిన్ మొదలగు సామాన్యమైన ఎమైనో ఆమ్లములున్నూ, వాటికి సంబంధించిన గ్లూటమిన్, ఏస్పర్టిక్ అను ఎమైడులున్నూ ఉన్నట్లు తెలుస్తుంది. కొన్ని మొక్కల దారుకణరసంలో ప్రత్యేకమైన నత్రజని యోగికాలైన యూరైడ్స్, యూరియా ఉత్పన్నాలు ఉంటాయి. మితమైన నత్రజని కలిగి ఉన్న నేలలో మొక్కల వేరులు నైట్రేటును అత్యధిక పరిమాణములో శోషించుకొంటాయి. ఈ విధంగా శోషించుకొన్న నైట్రేటు, వేళ్ళలోనే వుండకుండా, నాళికా పుంజానుండి ఆకులలోకి ప్రసరణ చెంది “నైట్రేటు రికల్లేజ్” అను ఎంజైము సహాయంతో ష్యుకరణ చెంది కర్బనపు యోగికాల నిర్మాణానికి వినియోగపడుతుంది. నత్రజని ఎక్కువ ఉన్న నేలల్లో నైట్రేటు శోషణ అధికంగా వుంటుంది. అలాంటి సమయాల్లో ఆకుల్లో నైట్రేటు నిలువ ఉంటుంది.

నేలనుండి శోషించుకొన్న లవణాలు మొక్కల వైభాగాలను చేరుట తరువాత, మూలకాల ఆవశ్యకత మీదా వాటి వినిమయం మీదా, ఆధారపడి ఉంటుంది. ఉదాహరణకు ఫాస్ఫరస్, సల్ఫర్, ఆకులనుండి ముఖ్యంగా విభాజ్య కణజాలం ఉండే కాండపు అగ్రభాగలకూ, వేరుయొక్క అగ్ర భాగ

లకూ సరఫరా అవుతాయి. ఈవిషయాన్ని రేడియో ధార్మిక ఐసోటోపులను ఉపయోగించి నిరూపించారు. నత్రజని, పొటాషియం, మెగ్నీషియమ్ మొదలగు వాని లవణాలు కూడ స్థానాంతరణ చెందుతాయి. ముదిరిన ఆకులు రాలేముందు వాటిలో పొందు పరుపబడిన లవణాలు ఆక్కడ నుండి మిగిలిన భాగాలకు స్థానాంతరణ చెందుతాయి. అంతేకాకుండా అవి పసుపు షర్ట్ల స్థితికి వస్తాయి. వాటిలో ఉన్న ప్రోటీన్లున్నూ, క్లోరోఫిలున్నూ, విచ్చిన్నం కావడం దీనికి కారణము. ప్రోటీన్లు జలవిశ్లేషణము చెంది ఎమైన్ ఆమ్లములుగా, పోషక నాళాలద్వారా, లేత ఆకులకూ, పెరుగుతున్న అంగాలకూ రవాణా అవుతాయి. వాటితో పాటు ఆకులలోని ఖనిజ లవణాలు కూడా రవాణా అవుతాయి. స్థానాంతరణం చెందగల లవణాలు దారునాళాలద్వారా ఆకులకూ, ఆకులనుండి ఇతర భాగాలకూ తిరుగుతూ ఉంటాయి. అందుచేత మొక్కల వివిధ పెరుగుదల దశలలో మృత్తికా వాలావరణం నుండి అత్యధిక పరిమాణంలో కొన్ని లవణాలను శోషించుకోవడం లేదు. కాల్షియం, ఇనుము, చలన రహిత మూలకాలవడంవల్ల మొక్కలు ఆరోగ్యమైన పెరుగుదల కోసం ఈ రెండింటి లవణాల్ని వేరుల ద్వారా భూమినుండి శోషించుకొనవలసి ఉంటుంది. భాస్వరపు లవణాలు తక్కిన వానికంటే చాలా చలనశీలకమైనవి. కిరణ ధార్మిక శక్తిగల భాస్వరము ( $^{32}\text{P}$ ) ఆకులకు సరఫరాచేస్తే అది త్వరితగతినీ ఇతర భాగాలకు స్థానాంతరణం చెందినట్లు శాస్త్రజ్ఞులు నిరూపించారు. కిరణధార్మిక శక్తి ముఖ్యంగా పోషక కణజాలము ద్వారా ప్రసరణ చెందుతుందనీ, దారుకణజాలంతో ప్రసరణ జరగదనీ, ఈ రకమైన ప్రయోగాలవల్ల తెలుసుకొన్నార. ఆకులనుంచి లవణాలు పోషక నాళాల ద్వారా ప్రసరణ చెందే విధానాన్ని కిరణ జన్య సంయోగక్రియలో ఏర్పడిన కర్పన సంయోగ మూల ప్రసరణతో పోల్చవచ్చును.

### పోషకనాళాల నిర్మాణము

పోషకనాళాలు సాధారణంగా దారునాళాలతో కలిసి వాటితో సమాంతరంగా ఉంటాయి. పోషక కణ జాలంలో చాలనీ నాళికలు (Sieve tube elements) ముఖ్యమైనవి. ఈ నాళికలు ఒకదాని పైన ఒకటి వరుసగా అమరి పొడవైన నాళంవలె ఉంటాయి. ఈ నాళాన్ని చాలనీనాళము లేదా పోషకనాళము అంటారు. చాలనీ నాళికకణాలు తొలి దశలో సజీవమైనవే కానీ, ముదిరిన వాటిలో కేంద్రకములు ఉండవు. కణద్రవ్యానికి రిక్తికత మధ్యపొర స్పష్టంగా కనుపించదు. ఈ కణ ద్రవ్యంలో ప్రొటీన్తో కూడిన సైమ్ నిర్మాణాలు లేదా పి-ప్రోటీన్ (slime - bodies or P - protein) అధిక పరిమాణంలో కనిపిస్తాయి.

దారుకణాలలోవలె కాకుండా వీటిలో జీవపదార్థము, ప్లాస్టిడ్లు, కొద్ది సంఖ్యలో మైటోకాండ్రీయాలు, అనేక సేంద్రీయ, నిరింద్రీయ పదార్థాలు ఉంటాయి. రైటోజోమ్, రై సోజోమ్వంటి కణాంగాలు ఉండవు. కణం వెరిగినప్పుడు, దాని ప్రాథమిక కవచాలలోని కొన్ని భాగాల ఆకారము-ముఖ్యంగా అడ్డంగా ఉన్న చివరి గోడల ఆకారము (Transverse end walls) - మార్పు చెందుతుంది ఆభాగంలో అనేక రంధ్రాలు జాలాకారంగా ఏర్పడటంవల్ల అది ఒక ఫలకంవలె మారిపోతుంది. దీనినే చాలనీ ఫలకము (sieve plate) అంటారు. ఈ రంధ్రాలద్వారా ఒకే వరుసలో ఉన్న చాలనీ కణాలన్నీ కలిసిపోయి, కణద్రవ్య వ్యాపనము జరుగుతున్నట్లు ఇటీవల ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్తో గమనించారు. చాలనీ ఫలక రంధ్రాలు ఒక్కొక్కప్పుడు కాలోజ్ (callose) అనే కార్బోహైడ్రేట్ పదార్థముచే కప్పబడి ఉంటాయి.

చాలనీ కణాలకు ఒకటి రెండు చిన్న సహకణాలు (companion cells) ఉంటాయి. వీటిలో

ప్రస్తుతమైన కేంద్రకము, సాంద్రమైనకణ ద్రవ్యము, అధిక సంఖ్యలో మైటోకాండ్రీయాలు, ప్లాస్టిడులు, డిక్ట్యోజోమ్లు, ఎండో ప్లాస్మిక్ రెటిక్యులమ్, రైబోజోమ్లు ఉంటాయి. అందువల్ల చాలనీ నాళికలు జీవనక్రియలు జరుపుకోడానికి సహకారణం మీద ఆధారపడుతాయని శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము.

చాలనీ కణాలు ఒకదానితో వేరొకటి ప్లాస్మా పొరచేత కలుపబడి ఉండటంవలన, ఒకకణంనుండి ఇంకోకణానికి ద్రావిడాల ద్రవాభిసరణకు ఆటంకం కలుగదు.

పోషకనాళాల ద్వారా స్థానాంతరణ చెందే పదార్థాలలో ముఖ్యమైనవి, ఆకులలో తయారైన చక్కెర పదార్థాలు. ఈ విషయం కిరణధార్మిక అనురేఖుల (tracers) ను ఉపయోగించి తెలుసుకున్నారు. ఆకులతో ఉన్న చెట్టును ఒకగాజు బెల్లారుతో మూసి, దానిలోనికి కిరణ ధార్మిక కార్బన్ డయాక్సైడ్ ( $^{14}\text{CO}_2$ ) నుగాని, నీటిని ( $3\text{H}_2\text{O}$ ) గాని సరఫరాచేసి, గాఢమైన కాంతిలో వుంచినట్లయితే, ఆకులో కిరణజన్య సంయోగక్రియ వలన కిరణ ధార్మిక కార్బన్ పదార్థాలు తయారయి, మొక్కలోని మిగిలిన భాగాలకు స్థానాంతరము చెందినట్లు గమనించారు. కిరణ ధార్మికత కాండంలోని పోషకనాళాలలో మాత్రమే కేంద్రీకృతమైనట్లు రేడియో ఆటోగ్రాముల (Radio Autogram) వల్ల విశదమైనది.

ఏరకములైన పదార్థాలు రవాణా కాబడుతాయనే దాన్ని తెలుసుకోడానికి ముందుగా చాలనీనాళంలోని పదార్థముల స్వభావం గమనింపవలెను.

చురుకుగా ప్రసరణ జరుగు పోషక కణజాలం ఉండే భాగంలో కత్తితో గాట్టు పెట్టినట్లయితే, చాలనీకణజాలంనుండి కొంత పీడనశక్తితో రసం బయటికి వస్తుంది. శాస్త్రజ్ఞులు చాలనీనాళంలో

పదార్థాల స్వభావాన్ని కనుక్కోడానికి అద్భుతమైన పద్ధతిని కనిపెట్టారు.

అఫిడ్లు అనే రకానికి చెందిన కీటకాలు పదునైన ఆహారనాళాన్ని చాలనీకణంలోనికి గుచ్చి, ఆకణంలో ఉండే ఆహార పదార్థంమీద బ్రతుకుతూ ఉంటాయి. చిన్న శత్రుచికిత్సద్వారా దాని ఆహార నాళాన్ని మధ్యలో కత్తిరిస్తే, చాలనీనాళాల్లో ఉండే స్వచ్ఛమైన కణరసము, కొంత పీడనశక్తితో చాలనీ నాళంలో మిగిలిపోయిన ఎఫిడ్ ఆహారనాళం ద్వారా, బయటికి వస్తుంది.

ఈ రెండు పద్ధతులద్వారా లభ్యమైన కణరసం తియ్యగా ఉంటుంది. ఈ ద్రవంలో 10 నుండి 25 శాతంవరకు చక్కెర ఉంటుంది. పరిశీలించిన మొక్కలలో అత్యధిక సంఖ్యయందు వాచీచాలనీనాళ కణరసంలోనున్న ప్రధానమైన పదార్థం చక్కెర (షుక్రోసు) రూపంలో ఉంటుందని కనుగొన్నారు. గ్లూకోజ్, ఫ్రక్టోజ్, రెఫినోజ్ వంటి సరళ చక్కెరలు నామమాత్రంగా ఉంటాయి. అందువల్ల షుక్రోజ్ చాలనీకణాలద్వారా రవాణా అయ్యే ప్రధానమైన చక్కెర అని భావించబడుతుంది. కిరణధార్మిక కార్బన్ డయాక్సైడును, నీటిని ఉపయోగించిన ప్రయోగాలవల్ల ఈ భావనను బలపర్చవచ్చు కిరణధార్మికత కాండం దిగువ భాగాలకు చాలనీనాళాలద్వారా షుక్రోజు రూపంలో రవాణా కాబడి, మిగిలిన కణజాలం చేరేసరికి, అది ఇతర రకములైన యోగికాంగా మార్పుచెందుతుంది.

ఏప్, ఎల్మ్ మొరలైన చెట్లలో క్లిష్టమైన చక్కెర పదార్థాలు మూడు లేక నాలుగు సరళ చక్కెరలనుండి సృష్టించబడి చాలనీనాళంద్వారా రవాణా కాబడతాయి. మరికొన్ని మొక్కల చాలనీ నాళాలలో మెనిటాల్ (Manitol) వంటి పంచదార సారాయి రవాణా అవుతుంది. అఫిడ్లను ఉపయో



గించి చేసిన ప్రయోగాలవల్ల కొద్దిపాటి ఎమైనో ఆమ్లములు, ఖనిజ లవణాలు చాలనీకణరసంలో ఉన్నట్లు తేలింది. వేరుల పెరుగుదలకు అవసరమైన విటమిన్లు కూడా చాలనీనాళాలద్వారా రవాణా అవుతాయి.

### స్థానాంతరణ యాంత్రికము

స్థానాంతరణ రేటును నిర్ణయించడానికి రెండు ముఖ్యమైన పద్ధతులను ఉపయోగిస్తారు. పోషక నాళాల ద్వారా స్థానాంతరణ చెందే పదార్థాలలో ముఖ్యమైనవి చక్కెర పదార్థాలు. ఇవి పగటిపూట ఎక్కువగా స్థానాంతరణ చెందుతాయి. కాయలు, దుంపలు వంటి భాగాలలో ఈ పదార్థాలన్నీ ఎక్కువగా కూడుతాయి. పెరుగుతున్న గుమ్మడికాయలలో గంటకు సగటున 110 సెంటిమీటర్లు చొప్పున పదార్థాలు రవాణా అవుతాయనీ, పెరుగుతున్న గుమ్మడికాయ పొడిబరువును నియమితకాలంలో నిర్ణయించడం ద్వారా అంచనా వేశారు. స్థానాంతరణ వేగము కనుక్కోడానికి ఇది ముఖ్యమైన పద్ధతి. కొందరు కిరణ ధార్మిక రసాయనాలను వాడి స్థానాంతరణవేగము గంటకు 100 సెంటిమీటర్లు - 200 సెంటిమీటర్లు ఉంటుందని అంచనా వేశారు. మరొక ముఖ్య విషయమేమంటే, స్థానాంతరణకు వాహకాలైన పోషకనాళాలు జీవక్రియాత్మకంగా, చురుకుగా ఉండవలె. అంటే ఈ స్థానాంతరణ జీవక్రియల మీద ఆధారపడి ఉంటుందని స్పష్టంగా తెలుస్తున్నది.

కొలత వేయబడిన వేగము, ప్రసారణవేగము కంటే ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఈ కారణంవల్ల చాలనీ కణాల ద్వారా, చక్కెరలు సరళమైన ప్రసరణ వల్ల స్థానాంతరణం చెందడం లేదని తెలుస్తుంది.

స్థానాంతరణ యాంత్రికమును గురించి చేసిన ప్రతిపాదనలు ఒకదానితో ఒకటి ఏకీభవించడం లేదు. మొక్కలలో జరిగే ఈ అద్భుతమైన చర్యను

విశదీకరించడానికి ఈ శతాబ్దం మధ్యలో అనేక ప్రయత్నాలు జరిగినప్పటికీ, స్పష్టంగా స్థానాంతరణ యాంత్రికము అర్థము కాలేదు.

స్థానాంతరణ యాంత్రికమును గురించి చేసిన ప్రతిపాదనలు రెండరకాలు : 1. చాలనీనాళాల రసం సమూహంగా ప్రవాహము (పీడన ప్రవాహము) వల్ల జరుగుతుందని కొందరు; 2. చక్కెరతో పాటు మిగిలిన ద్రావిణాల అణువులు, పీడన ప్రవాహము లేకనే వాహక యాంత్రికముద్వారా సక్రియంగా రవాణా అవుతాయని కొందరు కణ ద్రవ్య ప్రవాహము ద్రావిణ స్థానాంతరణకు తోడ్పడుతుందని భావిస్తే రకరకాల ద్రావిణాలు ఒకే గమన వేగమును కలిగి ఉండవలె. కిరణ ధార్మికపు నీటిని ( $3H_2O$ ) ఉపయోగించి చేసిన ప్రయోగాల్లో, నీరు ఆకులనుండి పోషకనాళాల ద్వారా స్థానాంతరణ చెందింది. కాని ఒకేసారి కిరణధార్మికతగల  $3H_2O$ ,  $14C$  చక్కెరను మరియు  $82Po_4$  ను ఉపయోగించినప్పుడు వాటి స్థానాంతరణ వేగాలలో విభేదములను అవి చూపించాయి.

ఈ పరిశీలనలన వేళ్ళు, వల్కలంలోను, ఆకులలోని మృదు కణజాలంలోను, కణద్రవ్య ప్రభావంవల్ల ద్రావిణాలు దగ్గరగా ఉండే కణాలకు స్థానాంతరణ చెందినా, చాలనీనాళాలద్వారా జరిగే దీర్ఘస్థానాంతరణకు ఈ విధానం తోడ్పడుతుందనడానికి వీలలేదు. ఈ విధంగా గమనించిన వేగాల నిర్ధారణలు ఖచ్చితమైనవి కావు.

పీడన ప్రవాహసిద్ధాంతం ప్రకారం పదార్థాలన్నీ ఒకే దిశలో ప్రయాణించేయవలె. పీడన ప్రవాహ వాదనకు వ్యతిరేకంగా ఉన్న పరిశీలనలలో ముఖ్యమైనది ద్విదిశాస్థానాంతరణ (Bi-directional movement). అంటే చాలనీనాళాలద్వారా ఒకే సమయంలో కొన్ని ద్రావిణాలు ఊర్ధ్వభాగాలకూ, మరికొన్ని ద్రావిణాలు అధోభాగాలకూ ప్రవహం

వడం. బిడ్డుల్స్. కోరి (Biddulph and Cory-1980) చేసిన ప్రయోగాలలో ఒకే సమయంలో ఒకటిగానీ, రెండుగానీ కిరణ ధార్మికత కలిగివున్న పదార్థాలను రెండు ఆకులకు సరఫరా చేసినప్పుడు, రేడియో ఆటోగ్రాములవలన, ఆఫిడ్ ఫీడింగ్ పద్ధతి (Technique) వలన రెండు ఆకులకు మధ్య వున్న కాండంలోని ఒకే చాలనీనాళంద్వారా కిరణధార్మికత ప్రవహించడం కనిపించింది. ఈ విషయం కొంతవరకు నిజమయినప్పటికీ. ఈ ప్రయోగాలు సరియైనవి కావని నిర్ణయించినారు. ఎందువలననగా, పోషకనాళంలోని రెండవ కిరణ ధార్మిక పదార్థము, వేరొక పోషకనాళం ద్వారా, ఊర్వదిశగా ప్రయాణించేసి పార్శ్వ ప్రసరణ చేసి, మరల అధోదిశగా ప్రయాణించేసి, మొదటి పోషకనాళంలోకి చేరుతుంది.

ఏ పదార్థమైనా, చాలనీనాళంలో ప్రవేశించినపుడు మొక్కలలో, వాటి ఉపయోగంతో సంబంధం లేకుండా, అది ప్రసరణ చెందుతుంది. ఉదాహరణకు అన్యపదార్థాలైన రంజనములు (dyes), నైరస్లు మొదలగువాటికి ప్రత్యేక స్థానాంతరణ యాంత్రికము లేకపోవచ్చునని అభిప్రాయము. ఈ పదార్థాలు పీడనప్రవాహంద్వారా రవాణా కాబడతాయి. మొక్కలలో పదార్థాలు సుదీర్ఘస్థానం 'తరణము' ముందే పీడన ప్రవాహసిద్ధంగా జరుగుతుందని చాలమంది శాస్త్రజ్ఞులు సమర్థించారు. పీడన ప్రవాహ సిద్ధాంతం ప్రకారము భౌతికనమూనాలలో ఉపయోగించిన ద్రవాభిసరణమాపకాలలోని ద్రావణాలకు మధ్యవుండే గాఢతర తారతమ్యాలు మొక్కలలో ఉత్పత్తి - వినియోగ కేంద్రాలలో ఉండే ద్రావణాలమధ్య కూడా ఉండవలె. సాధారణంగా మొక్కలలో చక్కెరను తయారు చేసే ఆకులలో (ఉత్పత్తి కేంద్రాలలో) ద్రవాభిసరణ శక్తిము ఎక్కువగా ఉంటుంది. జిమ్మర్ మన్, మొక్కలలో కాండాగ్రంథుండి వేళ్ళవరకు వివిధ

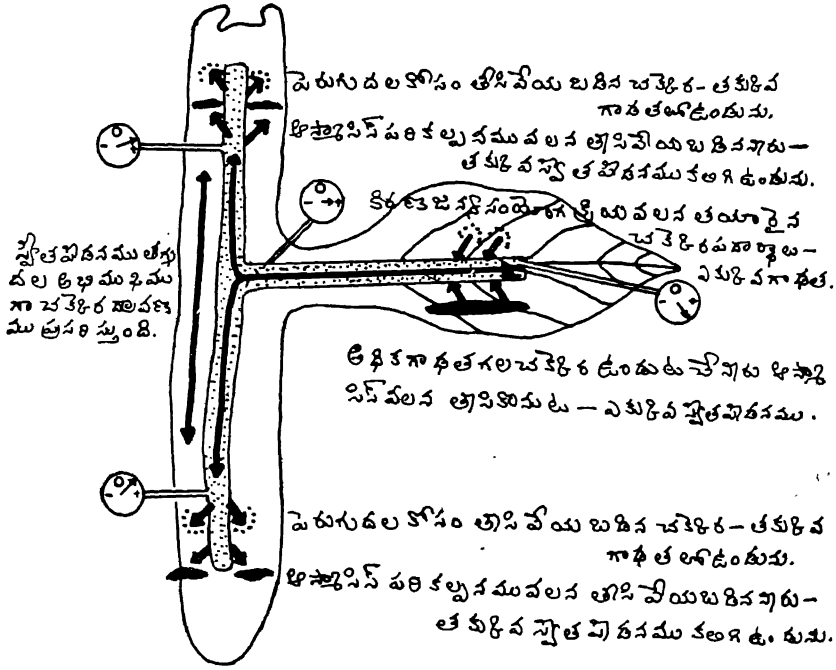
ఎత్తులలో ద్రవాభి సరణ శక్త్యాలను కొలిచి, కాండం పైభాగంలో అది హెచ్చుగా ఉంటుందనీ, క్రింద వున్న వేళ్ళవైపు (వినియోగ కేంద్రం) వచ్చిన కొలది తక్కువ అవుతుందనీ ప్రయోగాత్మకంగా నిరూపించాడు. ద్రవాభిసరణ మాపకాలను కలిపే క్రియాత్మకమైన వ్యవస్థ (Functional connecting system) మొక్కలలో ఉత్పత్తి కేంద్రాలైన ఆకులనూ వినియోగ కేంద్రాలైన వేళ్ళు, తదితర భాగాలనూ కలిపే పోషక నాళాలు క్రియాత్మకమైన మధ్యవ్యవస్థగా పనిచేస్తున్నాయి. కానీ పోషక నాళాలు భౌతిక నమూనాలోని గొట్టంవలె ఖాళీగా ఉండవు. పోషకనాళాలలో చిక్కటి కణద్రవ్యము ఉంటుంది. పోషకనాళాలమధ్య సూక్ష్మరంధ్రాలలో కూడిన చాలనీఫలకాలు ఉంటాయి. సన్నటి చాలనీఫలక రంధ్రాలద్వారా గమనించిన వేగాలతో నిజంగా ప్రవహించడం జరుగుతున్నదా అనే అనుమానం వస్తుంది.

ఉత్పత్తి కేంద్రానికి దగ్గర ఉండే చాలనీనాళాలలో ఎక్కువ పీడనమూ, వినియోగ స్థానం దగ్గర వుండే వానిలో తక్కువ పీడనము ఉండవలె. అంటే పీడన ప్రవాహ సిద్ధాంతము, మొక్కలలో పనిచేస్తుందనడానికి మధ్యవ్యవస్థ (చాలన నాళాలు)లో పీడన ప్రవణత ఏర్పడి ఉండవలె. ద్రవ్యరవాణా అంశాల వలనను, అభిధ్రుత ఉపయోగించిన ప్రయోగాల వలనను, చాలనీనాళాల ద్వారా ప్రవహించే ద్రవానికి పీడన ఉంటుందని కనుక్కున్నారు. శక్తి ప్రవాహ సిద్ధాంతము తరువాతి పుటలోని పటములో చూపబడినది. (పటము 1.)

ఈ పటములో ఎప్పుడూ ఉత్పత్తి కేంద్రముల నుండి మాత్రమే వినియోగ కేంద్రాలకు చక్కెర పదార్థాలు ప్రత్యేక దిశ నియంత్రణ యాంత్రికము లేకుండా పోషకనాళాలద్వారా బదిలీ కావడం చూపించబడింది. ఉదాహరణకు చక్కెర పదార్థాలు దిగువ భాగంలో ఉండే వేళ్ళూ, పై భాగంలో

ఉండే పెరుగుతున్న కాయలకూ, పెరుగుతున్న  
కాండం అగ్రభాగాలకూ ఆకులనుండి రవాణా అవు

తాయి. ఈ భాగాలు పోషణ కొరకు ఆకులమీద  
ఆధారపడి ఉంటాయి.



పేరు

పటము 1. మొక్కంలో చక్కెర పదార్థాల బదిలీ.

అసిడిలను ఉపయోగించిన ప్రయోగాలవల్ల చాలినాళాంలోని ద్రవ్యానికి స్థిర వీధనము ఉంటుందని తెలుసుకొన్నాము. చాలినాళాల ద్వారా ద్రవపదార్థాలు ఒక నిర్దిష్టమైన గమన వేగముతో స్థానాంతరణము చెందుతాయని కూడా వెనుకటి పేరాలో తెలుసుకున్నాము. కనుక వీధన ప్రవాహ వాదన ప్రకారం, ద్రావితాల దీర్ఘ స్థానాంతరణము నిష్క్రియాత్మక భౌతికపద్ధతి (Passive physical process)లో జరుగుతుంది. ఈ పద్ధతికి జీవకణముల సహాయము కూడా కావాలి. ఎందువలననగా స్థిరవీధనముయొక్క అభివృద్ధిజరిగే చాలినాళము అమోఘమైన ద్రవాభి సరణిత కలిగిన ప్రాస్తా పౌరణేత కప్పబడి ఉంటుంది. ఇంకొక

విషయమేమంటే చాలినాళములో నున్న ద్రావితము ఆకులలో కంటే ఎక్కువ గాఢత కలిగి ఉంటుంది. కనుక ఆకులనుండి చక్కెర పదార్థాలు, శక్తితో వాహక యాంత్రికము వలన చాలినాళాలలోనికి పంపబడతాయి.

వీధన ప్రవాహ వాదనము సరళమైందీ ఖచ్చితముగా నిరూపించదగినదైనప్పటికీ, కిరణ ధార్మిక పదార్థాలతో చేసిన ప్రయోగాలు ఈ వాదనకు వ్యతిరేకత చూపిస్తూ ఉంటాయి. వీధన ప్రవాహ వాదనకు మరియొక ముఖ్యమైన పరిస్థితి- ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోపు ద్వారా గమనించిన చాలినాళాలలో, చాలినీ ఫలక రంధ్రాలు కాలోజ్ ఆనే

కార్బోహైడ్రేట్ పదార్థంతో పూడిపోయి ఉండటం, రంధ్రాల పూడిపోయినప్పుడు కణద్రవ్యం గమనించిన వేగంతో ప్రపంచదానికి ఆటంకం కలుగుతుంది.

బిటీషు శాస్త్రజ్ఞుడు ఆర్. థయెన్ (R Thiane) చాలినీనాళాలలో కణద్రవ్య ప్రభావము (ఫోటో ప్లాస్మిక్ స్ట్రీమింగ్) వల్ల ద్రావిడాల ప్రసరణ జరుగుతుందని ప్రతిపాదించారు. ఈయన జీవల ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోపు ద్వారా, పొడవుగా ఉండే కణద్రవ్యపు పోగులు, చాలినీనాళాలలో చాలినీ ఫలక రంధ్రాల ద్వారా ప్రయాణించడాన్ని గమనించారు. ద్రావిడాల ఈ కణద్రవ్యపు పోగుల ద్వారా ప్రసరణ చెందుతాయనీ, ఆ పోగుల (Strands) పై పొరలలో ఉండే ప్రోటీన్ పోచలు (Proten filaments) లయబద్ధంగా సంకోచన వ్యాకోచనాలు చెందటంవల్ల ప్రచాపం జరుగుతుందనీ పేర్కొన్నారు. కాని ఈ ప్రతిపాదన ఉత్పత్తి కేంద్రంనుండి వినియోగస్థానం దిశకు జరిగే స్థానాంతరణను విశదీకరించలేదు.

ఫెన్నెమ్ (Fennem) స్పేన్నర్ (Spanner) లు, చాలినీనాళాలలో జరిగే ప్రసరణ విద్యుత్ ద్రవాభిసరణవల్ల జరుగుతుందని భావించారు. చాలినీఫలకాల వద్ద విద్యుత్ శక్తిభేదము ఏర్పడటమే ప్రసరణకు మూలకారణము. శ్వాసక్రియ వలన ఏర్పడిన హైడ్రోజన్ ( $H^+$ ) బై కార్బోనేట్ ( $HCO_3$ )లకు చాలినీఫలక పారగమ్యత భేదాత్మకము (differentially permeable) గా ఉండటం

వల్ల, లేదా పొటాషియం కేటయాన్లు ( $K^+$ ) చాలినీఫలకం ద్వారా క్రియాత్మకంగా రవాణా కావడం వల్ల విద్యుత్ శక్తిభేదము ఏర్పడుతుంది. చాలినీఫలకాలకు రెండు ప్రక్కలా ఉండే విద్యుత్ శక్తి యందలి భేదము, విద్యుత్ ద్రవాభిసరణ విధానాల ద్వారా చాలినీనాళాలలో నీటిప్రవాహాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. ఈ విధానాన్ని సమర్థించే ప్రయోగాత్మక నిదర్శనలు లేవు.

కిరణజన్య సంయోగ జనిత పదార్థాలే గాక ఆకులనుంచి కొమ్మలకు, ఇతర భాగాలకు రవాణా అయ్యే అన్ని పదార్థాలు (కాబ్బియం మినహా) చాలినీనాళాల ద్వారా స్థానాంతరణ చెందుతాయి. ఈ స్థానాంతరణ మొక్కలలో దూరంగా ఉండే భాగాలకు శీఘ్రగతిని జరగవలె నంటే చాలినీనాళాల ద్వారా మాత్రమే సాధ్యమౌతుంది.

### FURTHER READING

1. Ray P. M. (1972) The Living plant. Holt, Rinehart and Winston, Inc. New York.

2. Richardson, M. (1968,) Translocation in Plant St. Martins press; New York.

3. Zimmermann M. H. (1969). Translocation of Nutrients in Physiology or Growth and Development. M.B. Wilkins (Ed). Mc Graw Hill, New York.

డా॥ పి. మల్లికార్జునస్వామి

# 78. మొక్కల పెరుగుదల

(Growth of Plants)

మొక్కలు సాధారణంగా వాటి జీవిత కాల మంతా పరిమాణాభివృద్ధి నొందుతూ విభేదనను చూపుతూ ఉంటాయి. మొక్క కొంతవరకు ఎదిగిన తరువాత దానిలో కొన్ని అంగాలు వార్షిక దశకు లోబడి జీర్ణింపగా, తిరిగి కొత్తగా ఉద్భవించే అంగాలు వృద్ధి నొందుటను గమనిస్తూ ఉంటాము. మొక్కలలో పెరుగుదలను రెండు రకాలుగా గమనింపవచ్చు: 1. కాండం, వేళ్లు, శీర్షభాగాలలో విభాజ్య కణజాలము ఉండుటచే పెరుగుదల ఎల్లప్పుడు జరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ పెరుగుదలను ప్రాథమిక వృద్ధి అంటారు. 2. కాండంలోను వేళ్ళలోనూ విభాజ్య కణావళివల్ల ఏర్పడ్డ కణాలు వృద్ధి నొంది విభేదన చెందుటవల్ల కాండం, వేరు స్థూలంగా వృద్ధి చెందుతాయి ఈ రకమైన పెరుగుదలను ద్వితీయ వృద్ధి అంటారు.

మొక్కల జీవన క్రియలలో పెరుగుదల, విభేదన చాల ముఖ్యమైన అంశాలు. పెరుగుదల అనగానే మనకు బాహ్యంగా గోచరించేది పరిమాణాభివృద్ధి, ఆకారంలో మార్పులు. కానీ విభేదన మూలంగా మొక్కలలో అనేక అంగాలు ఉద్భవించడాన్ని గమనిస్తాము. వేరు, కాండము, ఆకులు, పుష్పాలు, ఫలాలు, విత్తనాలు మున్నగు నిర్మాణ క్రియలు ఈ ప్రక్రియకు చెందినవే. పెరుగుదల, విభేదన అనేవి ఒకదానిపై మరొకటి ఆధారపడి ఉంటాయేకాని వేరుపరుపరానివి.

మొక్కలలో జరిగే పెరుగుదలకు జంతువులలో జరిగే పెరుగుదలకు మధ్యన తేడా ఉంది. జంతువులలో అభివృద్ధిక్రమము నిశ్చితంగా, నిర్ణీతంగా ఉంటుంది కాని మొక్కలలో అభివృద్ధిక్రమము

అనిశ్చితంగా ఉండి, పలుమార్లు వృద్ధి నొంది విభేదన ద్వారా అంగాలను ఏర్పరచి, వాటిలో క్రియాత్మకమైన కొత్త విభాజ్య కణజాలమును ఏర్పరస్తూ, నిరంతరం పునర్నిర్మాణాన్ని చేసుకోగలుగుతుంది. ఇందువల్లనే మొక్కలలో పెరుగుదల వివృతంగా ఉంటుంది.

మొక్కల అభివృద్ధిలో స్వరూపిత్వత్తి. విభేదన అనేవి ముఖ్యమైన ప్రక్రియలు. ఇవి సాధారణంగా మొక్కల పెరుగుదలను బట్టి ఉంటాయి. కణములు, అంగాలు రూపొందుటలు స్వరూపిత్వత్తి అనీ, విభాజ్య కణజాలము నుండి వివిధ నిర్మాణాత్మక లక్షణాలు కలిగిన క్రియాత్మకమైన కణాలు, అంగాలు ఏర్పడటాన్ని విభేదన అనీ అంటారు. మొక్కలలో అంగాల పెరుగుదల, కణవిభజనవల్ల ఏర్పడ్డ సూతన కణాల దైర్ఘ్యవృద్ధివల్ల జరుగుతుంది. కణవిభజన జరిగిన వెంటనే కణదైర్ఘ్యవృద్ధి జరుగుతుంది. కాండములలో కణదైర్ఘ్యవృద్ధి, ఉపశీర్ష విభాజ్య కణజాలమువల్ల జరుగుతుంది. కాండాగ్రములలో శీర్ష విభాజ్య కణజాలము ఉండుటచే, అక్కడ జరిగే కణవిభజన వల్లనూ, కణదైర్ఘ్యవృద్ధి చేతనూ కాండం శీర్షం చుట్టూ ఆద్యాలు ఉద్భవిస్తాయి. ఇవి అనుకూల పరిస్థితులను బట్టి పత్ర ఆద్యాలుగా, పుష్ప ఆద్యాలుగా ఏర్పడతాయి. కాని వేరు పెరుగుదలను గమనిస్తే, వేరుల శీర్షభాగంలో విభాజ్య కణజాలమునుండి ఆద్యాలు ఉద్భవింపటను మనము గమనిస్తూనే వుంటాము. కానీ ఇక్కడ పత్ర, పుష్ప, ఆద్యాలు ఏర్పడవు. మొదటి వేరు యొక్క లోపలి భాగాలనుండి ప్రక్కవేరులు ఏర్పడటాన్ని, ప్రక్క వేరుల శీర్ష భాగాలలో

విభాజ్యకణజాలము ఉండుటనూ, గమనిస్తాము. ద్వితీయ వృద్ధిని సాధారణంగా ద్వితర బీజాల కాండాలలోనూ, వేరులలోనూ గమనిస్తాము. అసాధారణ పరిస్థితులలో ఏకదళ బీజాల కాండాలలో కూడా గమనించ గల్గుతాము. మొక్కలలో ద్వితీయ వృద్ధి, విభాజ్య కణావళిద్వారా ఏర్పడ్డకణాల పెరుగుదల వల్లనూ, విభేదన వల్లనూ సాధ్యమౌతుంది.

మొక్కలలో పెరుగుదలను రసాయనిక, వ్యవసాయక, ఆవరణ శాస్త్రాల రీత్యా గమనించిన యెడల కిరణజన్య సంయోగ క్రియతో ఆది సంబంధము కలిగి ఉందని చెప్పాలి. మొక్కల పెరుగుదలను సాధారణంగా మొత్తపు కిరణజన్య సంయోగ క్రియతో సమన్వయ పరచవచ్చు. మొక్కల పెరుగుదల బాహ్య ప్రపంచంలోని అనేక వివిధ కారకములచే అదుపులో ఉంచబడుతుంది. నీరు, కాంతి, ఉష్ణోగ్రత, అకర్పన పదార్థాలు మున్నగు వాటిమీద ఆది ఆధారపడి ఉందని తెలుసుకోవాలి. మొక్కలను చీకటిలోనే పెంచినట్లయితే అవి సంపూర్ణ పెరుగుదలను చూపక కొంతకాలము మాత్రమే వృద్ధి నొంది మరణిస్తాయి. అంటే వాటి పెరుగుదల మొక్కలలో గాని, విత్తనములోగాని ఉండే నిల్వ పదార్థాలపైనే ఆధారపడి ఉంటుంది. కాని చీకటిలో కూడా మొక్క, విత్తనమున కన్న అనేక రెట్లు పెద్దదిగా ఉండుటచే పెరిగినట్లు గోచరిస్తుంది. కాలక్రమేణా మొక్కల పెరుగుదలను గమనించేందుకు దాని తాజా బరువు, పొడి బరువు, పొడవు, వైశాల్యము, జీవపదార్థ ద్విగుణీకరణ మొదలగు నవి లక్షణాలుగా తీసుకొని మొక్కల శరీర పరిమాణాభివృద్ధిని గమనింపవచ్చు. ఈ లక్షణాల అన్నింటి సమన్వయ ఫలితమే మొక్కల పరిమాణ వృద్ధిని సుపటం చేస్తుంది.

మొక్కల పెరుగుదలను సాధారణంగా దృశ్యమాన వృద్ధిగా, శాశ్వత వృద్ధిగా పరిగణింపవచ్చు.

దృశ్యమాన వృద్ధి సామాన్యంగా చీకటిలో పెరిగే మొక్కలలో గమనింపవచ్చు. ఉదాహరణకు చీకటిలో అంకురించే విత్తనము తన కన్న అనేక రెట్లు పెద్దదిగా ఉండి మొక్కగా పెరుగుతుంది మొక్క పెరిగిన కొద్ది ఆ పెరుగుదలకు అనుపాతంగా నీటిని ఇముడ్చుకొని తాజా బరువును పొందుతుంది. కణాల దైర్ఘ్య వృద్ధివల్ల మొక్క చాల పొడవుగా ఎదుగుతుంది ఆ మొక్క తనకు కావసిన పోషక పదార్థాలను విత్తనం నుండే గ్రహించుటచేత విత్తనం పొడి బరువును కొల్పోవుట మున్నగునవి దృశ్యమాన వృద్ధిని నిరూపిస్తాయి. శాశ్వత పరిమాణాభివృద్ధిలో మొక్క మృత్తికా వాతావరణంలో పెరిగి బాహ్య ప్రపంచంలోని నీరు, గాలి, కాంతి, అకర్పన పదార్థాలను స్వీకరించి, జీవ పదార్థ ద్విగుణీకరణను, కణవృద్ధిని పొంది, తాజా బరువు, పొడి బరువు, పొడవు, వైశాల్యము, మున్నగు ప్రమాణాలను కాలక్రమేణా పెంపొందించుకొంటుంది. వీటి సమన్వయం ఫలితంచే మొక్కలో ఏర్పడే పరిమాణాభివృద్ధి, శాశ్వత వృద్ధి మొక్కల పెరుగుదలను ఒక్క ప్రమాణంతో సరిగా నిర్ణయించుటకు సాధ్యపడదు. దీనికి గల కారణము మొక్కల పెరుగుదల హామముఖంగా జరగడమే.

మొక్కల పెరుగుదలను అనేక కారకాలు అదుపులో ఉంచుతాయి. అన్నింటి కంటే కణాలలోని శక్తి, కణజాలాల పక్వస్థితి ముఖ్యమైన కారకాలు. మొక్కలు గానీ, కణజాలాలుగానీ పక్వస్థితి పొందిన యెడల వాటికి వృద్ధిపొందే శక్తి ఉండదు. మొక్క పెరుగుదలకు దాని లోపల ఉత్పన్నమయ్యే వృద్ధివర్ధక పదార్థాలు, వాటి పరిమాణాలు కారకాలుగా పనిచేస్తాయి. వీటి ప్రభావాన్ని అనుసరించి మొక్కలు పెరగడం జరుగుతుంది. ఇవి మాత్రమే గాక మొత్తం పెరుగుదల ముఖ్యంగా మృత్తికాతర వాతావరణములోని నీరు, పోషక పదార్థములు,

పరిసరాల్లోని ఆక్సిజన్ గాఢత, ఉష్ణోగ్రత, కాంతి మున్నగు వాటిపై ఆధారపడి ఉంటుంది. కావున మొక్కల పెరుగుదల కేవలము బాహ్య కారకాలపై మాత్రమే గత, కొన్ని అంతర్గత నియంత్రణల మీద కూడ ఆధారపడి ఉంటుందని గమనించాలి. అంతర్గత నియంత్రణల ప్రభావం సాధారణంగా పరోక్షంగానే ఉంటుంది.

మొక్కల పెరుగుదలను నిరోధించే కారకాలలో ముఖ్యమైంది నీటి కొరత నీటిని పొదుపుగా వాడుకొనే మొక్కలు, నేలతడిగా ఉన్న కాలంలోనే ఎక్కువగా వృద్ధిచెందగలవు భూమిలో లభ్యమయ్యే నీటినేకాక మొక్కలోపల ఉండే నీటిని కూడా, బాష్పోత్సేకం ద్వారా, ఎక్కువగా నష్టపోకుండా నియంత్రించుకొంటూ పెరుగుదలను అవి సాధించవచ్చు. పత్రరంధ్రాలు పూర్తిగా వివృతంగా ఉండునపుడు బాష్పోత్సేకము, జరుగుతుంది. కాని కొన్ని ప్రత్యేక యోగికాల (ఆబ్ సైసిక్ ఆప్టుం, ఫినైల్ మెర్క్యురిక్ అసిటేటుల) సాయంతో పత్ర రంధ్రాలను బాలవరకు మూసుకునేటట్లు చేసి నీటిని పొదుపుగా వినియోగించుకోవచ్చు. ఈ యోగికాలను వినియోగించుటచే 40 శాతము బాష్పోత్సేకమును తగ్గించడం జరుగుతుంది. అధిక కిరణ

జన్య సంయోగక్రియా దక్షతను కల్గిన  $C_4$  మొక్కలు నీటిని పొదుపుగా వాడుకుంటాయి. సహజ పరిస్థితులలో మొక్కలు, పగటి కంటే రాత్రులలో, ఎక్కువగా పెరుగుతాయని అంటాము. దీనికి గల కారణము రాత్రివేళల మొక్కలకు ఎక్కువగా నీరు లభ్యపడటమే అని చెప్పాలి. ముఖ్యంగా సాయంత్రం వేళల, తెల్లవారు ఝామున మొక్కల పెరుగుదల రేటు అధికంగా ఉంటుంది.

### Further Reading

1- LEVITT, J. (1969). Introduction to Plant Physiology. C. V. Mosby Company, Japan.

2. BLACK, M & EDELMAN, J. (1970). Plant Growth. Heinemann Educational Books.

3. SALISBURY, F. B. and Ross (1969). Plant Physiology. Wadsworth Publishing Co. California.

డా. జె. వి. శ్రీనివాసరావు

## 79. మొక్కల అభివృద్ధి నియంత్రణము

మొక్కలలో వేరు, కాండము, ఆకులు, పుష్పాలు మొదలగు విభిన్న అంగాలు ఆధ్యాంశముచే వేరు వేరుగా ఏర్పడినవి మొదలుగా, సంపూర్ణ అంగాలుగా వృద్ధిచెందేవరకు జరిగేమార్పులను అన్నింటిని “అభివృద్ధి” అంటారు. విభిన్న అంగాల ఉత్పత్తికి, వాటి వృద్ధికి మాత్రమేకాక, మొక్కచనిపోయే వరకు దానిలో కలిగే మార్పులన్నింటికి కూడా

“అభివృద్ధి” వర్తిస్తుంది. మొక్కల అభివృద్ధి ప్రక్రియలను కొన్ని ప్రత్యేక పదార్థాలు నియంత్రిస్తూ ఉంటాయి. ఈ ప్రత్యేక పదార్థాలు పోషక పదార్థాలు కావు. ఇవి మొక్కలలోను జంతువులలోను కూడా ఉంటాయి. వీటినే హార్మోన్లు అంటారు. మొక్కలలో పెరుగుదలను, అభివృద్ధిని నిర్దేశించే వివిధ రసాయనాలను ఫైటోహార్మోన్లు అంటారు.

సైటోహార్మోన్లలో అనేక రకాలున్నాయి. జీవక్రియలలో ఏర్పడే ఏ మాస్పాయినా మొక్కల అభివృద్ధి కార్యక్రమాలను మార్చివేయవచ్చు. హార్మోన్లు మొక్కలలోని అన్ని భాగాలలోనూ తయారై, విభిన్న ప్రక్రియలను ప్రేరేపించి-అనగా కణవిభజన, కణవ్యాకోచము, విత్తనాలు మొలకెత్తుట, పుష్పించడం, సుప్తావస్థ మొదలగు వాటిని సమన్వయ పరచి - మొక్కల సమగ్రమైన పెరుగుదల అభివృద్ధి కార్యక్రమాలను నియంత్రిస్తూ ఉంటాయి.

సైటోహార్మోన్లను ముఖ్యంగా నాలుగు వర్గాలుగా విభజింప వచ్చు: 1. ఆక్సిన్లు 2. జిబ్బరెలిన్లు 3. సైటోకైనిన్లు 4. వృద్ధినిరోధకాలు. వీటి సాపేక్ష గాఢతా, పరస్పర చర్యల ఫలితమే మొక్కలలో ఏర్పడే పరిమాణాభివృద్ధి బాహ్య ప్రభావకారైన పోషక పదార్థాలు-కాంతి, ఉష్ణోగ్రత మొదలగునవి - పెరుగుదల అభివృద్ధి ప్రక్రియలను నియంత్రిస్తూ ఉంటాయి. పెరుగుదల అభివృద్ధికి ప్రధానమైన హార్మోన్ల మీద బాహ్య కారకాల ప్రభావం ఉంటుంది. మొక్కల పెరుగుదల, అభివృద్ధి కార్యక్రమాలను నియంత్రించే అంతర్గత పరిస్థితులు (హార్మోన్లు) చాల సంక్లిష్టంగా ఉంటాయని గమనించాలి.

కణజాల వర్ధనముద్వారా మొక్కల స్వరూపాభివృద్ధి, అభివృద్ధి ప్రక్రియలను గురించి విపులంగా తెలియవచ్చినది. పొగాకు మొక్క కాండపు ద్రవ్య భాగమునుంచి ఒక చిన్న ముక్కను తీసుకొని దానిని కణజాల వర్ధన పద్ధతిని అనుసరించి పూర్తి పొగాకు మొక్కగా రూపొందిస్తారు. కారబ్ డ్విటీయ పోషక కణజాలనుంచి తీసిన చిన్న ముక్కను ఖనిజ పదార్థాలు, చక్కెర, విటమిన్లు, ఆక్సిన్లు, సైటోకైనిన్లు గల యానకంతో పెంచితే, అది ఒక ముద్దగా, విభేదనను చూపకుండా, మృదు కణజాలముతో నిండి వుంటుంది. వీటివల్ల మనకు విశదమయ్యేది మొక్కల అన్ని

భాగాలలో ఉండే సజీవ కణాలలో ఒక్కొక్క కణానికి పూర్తి మొక్కగా చెందగల సామర్థ్యత, గుణం కలదని కణాలు విభేదన చెంది, విభిన్న అంగాలుగా అభివృద్ధి చెందేందుకు కణాలలో ఉత్పత్తిఅయ్యే అంతర్గత నియంత్రణలనూ, బాహ్య పరిస్థితులనూ కారకాలనూ మనం తెలుసుకోవాలి. విభిన్న అంగాల ఉత్పత్తిని, అభివృద్ధిని, విభేదన ప్రక్రియలను గురించి మనకు సమగ్రంగా తెలియక పోయినా విపులంగా అవగాహన చేసుకొన్న కొన్ని అంశాలను పరిశీలిద్దాము.

చాల మొక్కలలో అగ్రకోరకము, దాని దిగువ ఉండే పార్శ్వ కోరకాల అభివృద్ధిని నిరోధిస్తుంది. అగ్ర శాకీయ కారకాన్ని కత్తిరించడంవల్ల పార్శ్వ కారకాలు అభివృద్ధి చెందుతాయి. అంటే అగ్ర కోరకము పార్శ్వ కోరకాల అభివృద్ధిని నిరోధించే పదార్థాన్ని తయారు చేస్తున్నదనీ, అది ఇండోల్ ఆసిడిక్ ఆమ్లమనీ ప్రయోగాత్మకంగా తెలియవచ్చినది ఇదే విధంగా వేరుల అగ్రాలు కూడా కాండాగ్రాలవలె అగ్రాధిక్యం వల్ల వాటి వెనుక ఉన్న పార్శ్వపు వేరులను పెరగనివ్వక, వేరుల అభివృద్ధిలో కూడా తగిన ప్రభావాన్ని చూపుతాయి. దీనికి కారణము IAA (ఆక్సిన్) గాఢత అని తెలుసుకోవాలి IAA ఎక్కువ పరిమాణంలో ఉన్నప్పుడు కాండపు పెరుగుదల జరుగుతుంది. వేరులకు, కోరకాల పెరుగుదలకు కావలసిన IAA పరిమాణము కాండాల పెరుగుదలకు కావలసిన దానికంటె, తక్కువమగుటచేత కాండాగ్రంలోతయారైన IAA అధారాభిసారంగా కింది భాగాలకు రవాణా అవుతుంది. అందువలన క్రింది భాగాలకు కావలసిన IAA గాఢతకన్న మరింత ఎక్కువగా IAA లభ్యపడుటచేత కోరకాల, వేరుల పెరుగుదల అభివృద్ధి ప్రక్రియలను నిరోధించడం జరుగుతుంది. కోరకాల, వేరులపెరుగుదలకు, కాండంలో పెరుగుదలకు కావలసిన



పరిమితికన్న కొద్ది పాళ్ళలోనే IAA అవసరము గనుక, కావలసిన దానికంటె అధికంగా IAA లభ్యపడటచేత, వేరుల కోరకాల అభివృద్ధిపైన ఆక్సిన్ గాఢతకు ప్రభావమున్నట్లు ప్రయోగాత్మకంగా ఋజువు అయినది. వేరులఅభివృద్ధిని ఆరుణ కాంతి నిరోధిస్తుంది. దూరారుణకాంతి ఈ నిరోధకతను తొలగిస్తుంది. దీనినిబట్టి వేరులనుండి, బయలుదేరే పార్శ్వపువేరుల ఉత్పత్తి అభివృద్ధి ప్రక్రియలను వైటోక్రోమ్ అనే ప్రోటీన్ కూడా నిర్దేశిస్తున్నట్లు అచగాహన అవుతుంది. కాండపు అగ్రంలో ఏర్పడే ఆద్యాలను బట్టి ఆకులు-కాండం మీద క్రమ విన్యాసంలో అమరి ఉంటాయి. కాండాగ్రం నుంచి విశిష్ట పదార్థ మొకటి వెలువడి, పత్ర ఆద్యాల క్రమాన్ని, పెరుగుదలనూ, పత్ర స్థితిని నిర్ణయించి పత్రాలుగా ఏర్పడటానికి దోహదంచేస్తుంది. కాండాగ్రమునుండి ఉత్పన్నమయిన యోగికము పత్రకణాల విభజనను, కణవ్యాకోచాలను నిర్దేశించి పత్రముల పరిమాణాన్ని నిర్ణయిస్తుంది. దీనిని బట్టి కాండము పత్రాల ఆద్యాల ఏర్పాటునేకాక అభివృద్ధిని కూడా నియంత్రిస్తుందని స్పష్టమవుతుంది. మొక్కలలో ఒక అంగము ఇతర అంగాల అభివృద్ధిని కూడా నియంత్రిస్తూ ఉంటుందని విశదమయింది. దీనినే సహసంబంధ మంటారు. ఈ సహసంబంధపు పెరుగుదలకు, అభివృద్ధికి గల ముఖ్య కారకాలు, హార్మోనులే అని గమనించాలి. గడ్డిమొక్కల ప్రాంకురకంచుకపు అగ్రాల కాంతి ప్రేరణవల్ల ఏకపార్శ్వక కాంతివైపు వంగుటకు కారణము, హార్మోనులే అని గమనించారు. వంపును కలిగించే పదార్థము ప్రాంకుర కంచుకంలో కాంతి పడే ప్రక్క తయారై, కాంతిపడని ప్రక్క క్రింది భాగానికి రవాణా జరిగి వంపును కలుగ చేస్తుందనీ, ఈ పదార్థమే అభివృద్ధి ప్రక్రియకు కూడా వృద్ధి కారకంగా ఉంటుందనీ తెలియవచ్చింది. ప్రాంకుర

కంచుకంలోనూ, కాండాగ్రములోనూ, కాండభాగాలలోనూ కణవ్యాకోచంద్వారా పెరుగుదల, అభివృద్ధి ప్రక్రియలను ప్రోత్సహించే రసాయనాలలో ఇండోల్ ఆసిడిక్ ఆమ్లము ముఖ్యమయింది. అనేక మొక్కల నుండి, పండ్లనుండి, ఆకులు గింజలు మొదలగు వాటినుండి, అనేకములైన ఇండోల్ యోగికాలను, వెలికి తీశారు. మొక్కలలో ఇండోల్ యోగికాలు ట్రిప్టోఫేన్ అనే ఎమైన్ ఆమ్లంనుండి రెండు రీతులలో రూపొందుతాయి, సాధారణంగా వేరు వేరు వృక్షాలలో, భిన్న స్వరూపాలను, వాటి పెరుగుదల అభివృద్ధిని, ఆకృతిని, సహజంగా అగ్రాధిక్యం నిర్ణయిస్తుందనే చెప్పాలి. కొన్ని మొక్కలలో అగ్రాధిక్యం బలహీనంగా ఉండి, పార్శ్వ కోరకాలు బాగా ఏవుగా పెరిగి, కొమ్మలునూ, వాటికి ఉపశాఖలునూ వచ్చి గుబురుగా విస్తరణ చెందుతాయి. పరాగ సుపర్కము, ఫలదీకరణ జరగకుండా అండాశయ వృద్ధిని ఇండోల్ అసిడిక్ ఆమ్లంతో ప్రేరేపించి అనిశేక ఫలనాన్ని గమనింపదగును. సహజంగా కూడా కొన్ని మొక్కలలో అనిశేకఫలనం జరుగుతుంది కాని వీటిలో ఫలోత్పత్తికి కేవలం ఆక్సిన్ లేకారణం కాకపోవచ్చును. అభివృద్ధి ప్రక్రియలో ఆకులు, ఫలాలు, పూవులు రాలిపోవడం అనేది ముఖ్యమైన అంశము. వివిధ అంగాలు రాలిపోవడానికి ముందుగా అంగపీత భాగంలో తెగే చోటు ఏర్పడుతుంది. ఇక్కడ కణాల మధ్య ఉన్న పటలికలు కరిగిపోవడం చేతనో, లేదా ప్రథమ కుడ్యాలు కరిగిపోవడం చేతనో, యీ అంగాలు రాలిపోతాయి. ఏవుగా ఎదిగే ఆకులలో ఆక్సిన్లు తయారవుతాయి కాబట్టి ఆకు, అభివృద్ధిని నియంత్రిస్తూ వుంటుంది. పత్రాన్ని త్రుంచివేస్తే, పత్ర వృంతం అడుగున తెగే చోటు ఏర్పడుతుంది. అంటే పత్రంలోను, పత్రవృంతంలోను ఉండే ఇండోల్ అసిడిక్ ఆమ్లపు గాఢత, తెగేచోటు ఏర్పడటాన్ని నిర్దేశించుతుందన్నమాట.

మొక్కల పెరుగుదలను నియంత్రించే వృద్ధి పర్యవేక్షణలో జిబ్బరేలిన్లు కూడా ముఖ్యమైన రసాయనాలు. ఇవి సంపూర్ణమైన మొక్కలలో పెరుగుదల ప్రక్రియలను వృద్ధి చేయడానికి తోడ్పడతాయి. వీటి ఉనికి జపాన్ దేశంలో పరిమొక్కలకు వచ్చిన మొలక జబ్బుతో వ్యక్తమయింది. ఈ జబ్బు వచ్చిన మొక్కలు బలహీనంగా చాల ఎత్తు పెరుగుతాయి. మృత్తికావాసి అయిన జిబ్బరేల్లా పూజికొరై శీలీంధ్రము వల్ల ఈ జబ్బు కలుగుతుంది. శీలీంధ్రాంతోనేకాక వివృత, ఆవృత బీజాలలోనూ, పెరన్లలోనూ, శైవలాలలోనూ కూడా ఈ వృద్ధి పర్యవేక్షణముంటుందని తెలుసుకున్నారు. ఇప్పటికి సుమారు 40 రకాల జిబ్బరేలిన్లు ఉన్నట్లు తెలుసుకున్నారు. ఇవి కూడా కాండాల పెరుగుదలను వృద్ధిపరచడంలోనూ, కణవ్యాకోచాన్ని ప్రేరేపించడంలోనూ, అనిషేక ఫలోత్పత్తి నొందించుటలోనూ ఆక్సిన్లను పోలిఉంటాయి. కాని ఇవి ఆక్సిన్లవలె ప్రాంకుర కంచుకాలలోను, కాండఖండాంలోను స్వతహాగా పెరుగుదలను వృద్ధి చేయలేవు జిబ్బరేలిన్ల ప్రభావం పుష్పోత్పత్తి, సుప్రాస్థ మొదలగు అభివృద్ధి కార్యక్రమాలలో విపులంగా గమనింపవచ్చు. జిబ్బరేలిన్లు బాగా వృద్ధి చెందే విత్తనాలలోనూ, మొలకెత్తు విత్తనాలలోనూ, వృద్ధిచెందే ఫలాలలోనూ అధికగాఢతలో ఉండి అభివృద్ధి క్రియలను నిర్దేశిస్తూ ఉంటాయి. బాగా ఎదిగిన మొక్కలలో వృద్ధినించుచున్న ఆకులలో, వేరుల అగ్రాలలో తయారైన జిబ్బరేలిన్లు దాహనాశాలద్వారా యితర అంగాలకూ భాగాలకూ రవాణా అయి అభివృద్ధి కార్యక్రమాలను ప్రేరేపిస్తూ ఉంటాయి. జిబ్బరేలిన్లు మొలకెత్తడానికి సిద్ధంగా ఉన్న విత్తనాలలో ఎంజైముల తయారీని ప్రేరేపించి, విండి పదార్థాలను విశ్లేషించి చక్కెర పదార్థాలుగా మార్చి, పిమ్మట ప్రోటీన్లైడ్ ఎన్జైములను నిర్దేశించే జన్యవులను ఉత్పత్తిపరచి, కొత్త ప్రోటీనుల తయారీకి దోహదం చేస్తాయి.

జిబ్బరేలిన్లు తమ ప్రభావం చేత విత్తనం మొలకెత్తడానికి పూర్వం 2- ఆమైలేజ్ ఎన్జైమును ఉత్పన్నం చేసి అంకురోత్పత్తికి సాయపడతాయి. చాల మొక్కలలో బాహ్యంగా జిబ్బరేలిన్లు వాడినప్పుడు కాండంపొడవు వృద్ధిచెందుతుంది. ఈ విధమైన పెరుగుదలను జిబ్బరేలిన్లు ఏవిధంగా నియంత్రిస్తాయో అవగాహన చేసుకొనడానికి కాండంలో వివిధ పెరుగుదల స్థానాలను గురించి తెలుసుకోవలసిన అవసరముంది.

ముఖ్యంగా వామనత్వ మొందిన మొక్కల మీదనూ, పాటలం (రోజట్టి)గా ఉండే మొక్కలపైనా జిబ్బరేలిన్లు అత్యంతత్వరితగతినీ వాటి ప్రభావాన్ని చూపి, మందకొడిగా ఉండే ఉపశీర్ష విభాజ్య కణజాలాన్ని ఉత్తేజం చెందించి, కొత్త కొత్తగా కణాలు ఏర్పరచి, వీటి వ్యాకోచన విభేదనంచే కాండం పొడవుగా పెరిగేందుకు సాయపడతాయి. పాటలనిశ్లేణి గల మొక్కలలో అభివృద్ధి క్రమాన్ని జిబ్బరేలిన్లచే గమనింపవచ్చు. పుష్పించే దానికి ముందుగా కాండము బాగా పొడవుగా వృద్ధిచెందుటను ఈ మొక్కలలో సులువుగా గమనింపదగును. దీనినే బోల్టింగ్ అంటారు. జిబ్బరేలిన్లు ఇతర అభివృద్ధి ప్రక్రియలను కూడా నియంత్రిస్తాయి. కొన్ని మొక్కలలో జిబ్బరేలిన్లకు ఆక్సిన్లకు అన్యోన్యచర్య ఉన్నట్లు గమనించారు. కొన్నింటిలో, ఒకదానితో మరొకదానికి సంబంధములేకుండా, ఈరెండూ, వేరుగా వాటివిధులను నిర్వహిస్తాయి.

మొక్కలలో ఆక్సిన్లు, జిబ్బరేలిన్లు, సైటోకైనిన్లనే యాగికాలతో కలసి - కణవిభజన కణవ్యాకోచము విచ్ఛేదన ఆవయవోత్పత్తి మున్నగు విభిన్న అభివృద్ధి క్రియలను - నియంత్రిస్తాయని విశదమయింది. సైటోకైనిన్లు మొక్కలలో కణవిభజనను ప్రేరేపించే పదార్థాలు. ఇవి అడిసిన్

ఉత్పన్నాలు, మొక్కలలో దొరకేవి. చురుకుగా విభజన చెందే కణజాలాలో ఇవి ఎక్కువగా లభ్యపడతాయి. ఆవృతబీజాలలో సైటోకైనిన్లు విస్తృతంగా ఉన్నాయని తెలుస్తుంది. మొలకెత్తు విత్తనాల్లోను, అనేక పండ్లలోను, శీలండ్రాలలోనూ శైవలాలలోనూ కూడా సైటోకైనిన్లు ఉన్నాయి. మొక్కల సహజవృద్ధి వర్ధక పదార్థాల విజ్ఞానంలో సైటోకైనిన్లు చాలా ముఖ్యమైనవి. సైటోకైనిన్లను ఉపయోగించి జరుపబడ్డ ప్రయోగాలమూలంగా మనకు సైటోకైనిన్ ధర్మాలు విపులంగా అవగాహన అయినవి. అంతేగాక మొక్కల పెరుగుదల, అభివృద్ధి ప్రక్రియలలో సైటోకైనిన్ల, ఆక్సిన్ల, జిబ్బరెలిన్ల అన్యోన్యచర్యా ఫలితాలు ఏవిధంగా ప్రక్రియలను నియంత్రిస్తాయో విశదమయింది.

నిమ్మపర్గాల మొక్కల పెరుగుదల మీదనూ, వేరు చేయబడ్డ కణజాలంలో జరిగే కణవిభజనలోనూ, కణవ్యాకోచములోనూ, కణజాల వర్ధనంలోనూ, విభిన్న అంగాలను ఉత్పత్తి చేయడంలోనూ సైటోకైనిన్ల ప్రభావము విపులంగా తెలియపర్చింది. కణజాల వర్ధనాలలోనేగాక, ఏకకణ వర్ధనాలలో కూడా సైటోకైనిన్లు కణ విభజనను ప్రేరేపిస్తాయి. సైటోకైనిన్లు సాధారణంగా శాకీయ పునరుత్పత్తి అంగాలలో పెరుగుదలను వృద్ధిచేస్తూ ఉంటాయి. బాహ్య సైటోకైనిన్లను బాగా పెరిగే మొక్కలకు (సహజ కాంతికాలావధిలో) వేరుల ద్వారా సరఫరా చేస్తే వేరు, కాండము, ఆకుల పెరుగుదల నిరోధింపబడుతుంది. చీకటిలో పెరిగే మొక్కలలోను, అవిచ్ఛిన్న కాంతిలో పెరిగే మొక్కలలోను సైటోకైనిన్లు అన్ని అంగాల అభివృద్ధి క్రమాలను వృద్ధిచేస్తాయి. సైటోకైనిన్లు మొక్కలలో అభివృద్ధి ప్రక్రియలను భిన్న రీతులలో నియంత్రిస్తున్నాయని తెలుస్తుంది. మొక్కలలో వాయుగత భాగాలకు సైటో

కైనిన్లు సరఫరా చేసిన యెడల పార్శ్వ కోరకాలు కాండాగ్ర వేద్యమాన ప్రభావంనుంచి విముక్తి చెందుతాయి అకులనుంచి కోరకాలు ఉత్పత్తి అవుతాయి. పుష్పించడం ప్రేరిత మవుతుంది అనిషేక ఫలోత్పత్తి జరుగుతుంది. పలాలు రాలిపోవడం తగ్గుతుంది. పైన వివరించిన విభిన్న ప్రక్రియలన్నింటినీ కేవలము సైటోకైనిన్లు మాత్రమే నిర్దేశించలేవు. ఆక్సిన్, జిబ్బరెలిన్ల పరిమాణం మీద, క్రియాశీలతపైన ఆధారపడి, సైటోకైనిన్లు తమ ప్రభావాన్ని వ్యక్తం చేస్తాయి మొక్కలలో అభివృద్ధి కార్యక్రమాలు సహజంగా ఈ మూడు వర్గాలకు చెందిన వృద్ధివర్ధకాలపై ఆధారపడి ఉన్నవి.

మొక్కలలో వార్ధక దశను మందగింప చేయడంలో సైటోకైనిన్ల ప్రభావం నిర్దిష్టమైనదని చెప్పాలి. భిన్న ప్రజాతులకు చెందిన మొక్కల ఆకులలో ఈ ప్రభావం వ్యక్తమయింది చెట్టునుండి త్రుంచివేసిన కొమ్మలలోని కొన్ని ఆకులకు సైటోకైనిన్ ఘాతే ఆ ఆకులు పండిపోకుండా ఉంటాయి. సైటోకైనిన్ ఘాయని ఆకులు త్వరగా పండి పోతాయి. పసుపుపచ్చగా ఉండే ముదురు ఆకులకు సైటోకైనిన్లు రాస్తే, ఆకులలో పత హరితంతో కూడిన హరితరేణువులు తయారు కావడాన్ని గమనింపవచ్చు. విభిన్న అభివృద్ధి క్రియలలో సైటోకైనిన్ పాల్గొని మొక్కల పెరుగుదలను నియంత్రిస్తుంది.

వృద్ధి వర్ధకాలు ప్రేరేపించిన అభివృద్ధి క్రియలను నిరోధించేందుకు మొక్కలలో వృద్ధినిరోధక పదార్థాలు కూడా సహజంగా ఉంటూ ఉంటాయి. బాహ్య ప్రభావకాలచే మొక్కలలో వృద్ధి నిరోధకాలు ఉత్పత్తిచెంది, ముఖ్యమైన అభివృద్ధి ప్రక్రియలను నియంత్రిస్తాయి. ఇవి వృద్ధివర్ధక పదార్థాల కన్న తక్కువ పాళ్ళలో మొక్కలలో లభ్యపడతాయి. ప్రక్రియలనుండి సహజంగా లభ్యమయ్యే

వృద్ధి నిరోధకాన్ని వెలికి దీశారు దీనికి ఆబ్ సైసిక్ అని నామకరణం చేశారు దీనిని ఇప్పుడు ఆబ్ సైసిక్ అప్లము గా వ్యవహరిస్తున్నారు. ఈ పదార్థము మొక్కలలో చాల స్వల్పంగా ఉంటుంది అనేక దుంపలనుండి, పండ్లనుండి, ఆకులనుండి, కోరకాలనుండి, గడ్డిమొక్కలనుండి ఈ యోగికాన్ని వెలికిదీశారు. ఇది మొక్కలలో అంతర్జాతంగా తయారయి యితర భాగాలకు రవాణాచేసి వృద్ధి కార్యక్రమాలను నియంత్రించ గలుగుతుంది. ఆబ్ సై సిక్ అప్లంవల్ల మొక్కలలో భిన్నమైన సంక్లిష్ట మైన అనుక్రియలు జరుగును. ఆబ్ సైసిక్ అప్లం హరితక్షీణతను ప్రేరేపిస్తుంది. ఫలాలు, ఆకులు రాండాన్ని ఉత్తేజపరుస్తుంది దుంపలలో సుప్రావ స్థను కలగజేయడం, సుప్రావస్థను పొడిగించి విత్త నాలు మొలకెత్తడాన్ని నిరోధించడం మున్నగునవి, ఆబ్ సైసిక్ అప్లం ప్రభావంచే జరుగుచున్న ప్రక్రియలు.

పైన వివరించిన వృద్ధివర్ధక, వృద్ధి నిరోధకాలే గాక, యితర రసాయనాలు కూడా అభివృద్ధి కార్య క్రమాలను నియంత్రిస్తాయని తెలుసుకోవలె. వాటిలో ఎథలీన్ అతిముఖ్యమైనది. ఎథలీన్ ప్రభావం ప్రత్యక్షంగా కనపడకపోయినా, పరో షంగా అనేక అభివృద్ధి ప్రక్రియలను అది నియం త్రిస్తూ వుంటుంది. ఎథలీన్ వార్ధకదశకు దోహదం చేస్తుంది. తొమాటో శాయలలోనూ, ముక్కలు చేసిన చిక్కుడుమొక్క భాగాలలోనూ, సిట్రస్ కుటుంబానికి చెందిన ఆకులలోనూ ఎథలీన్ అంత

ర్జాత ఆబ్ సైసిక్ అప్ల పరిమాణాన్ని పెంచుతుంది. ఎథలీన్ ప్రభావము ఆబ్ సైసిక్ అప్లం పరిమాణా నికే పరిమితమయింది కాదు. ఆక్సిన్ల పరిమాణాన్ని తగ్గించి, వృద్ధివర్ధక పదార్థాలను మార్చి, క్షీణతకు ఇది దోహదం చేస్తుంది. ఎథలీన్, ఆబ్ సైసిక్ అప్లాలేగాక మొక్కల అభివృద్ధికమాన్ని, నిరో ధించేందుకు భిన్నమైన ఫినాలిక్ అప్లాలు, ఫేవనాయిడ్లు మున్నగునవికూడ సాయపడతాయి.

మొక్కలలో అభివృద్ధి క్రియను నియంత్రించే దుకు విభిన్న రసాయనాలు ప్రైవిధంగా తోడ్పడి నందున, మొక్కలు సమగ్రమైన పెరుగుదలను జరుపుకొంటున్నాయి.

#### FURTHER READING

1. Wilkins, M.B. (1969)-*Physiology of plant Growth and Development* ; Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd. New York.
2. Leopold, A. C. (1964)- *Plant Growth and Development*; Mc Graw Hill Publishing Company, New York.
- 3 Black, M. & Edelman J. (1970) *Plant Growth* Hineman Educational Books-London.

డా॥ జె. వి. శ్రీనివాసరావు,

## 80. మొక్కలు పుష్పించే ప్రక్రియ

వివిధ జాతుల మొక్కలలో పుష్పించడం ఆనేది దీప్తికాలముతో సంపూర్ణంగా మారుచున్నది. ఈ దృక్పథాన్ని గార్నర్ - ఆల్బార్ట్లు 1920లో మొట్టమొదటిసారిగా గుర్తించారు. మొక్కలు క్రమమైన కాంతికాల ప్రమాణముపై ఆధారపడి పుష్పించుటనూ, ఆ సందర్భమున మొక్కలు చూపే అనుక్రియలనూ వివరించుటకై కాంతి కాలావధి పదాన్ని శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టారు. కాంతి కాలావధిని బట్టి, పుష్పించడంలో మొక్కలు చూపే అనుక్రియను బట్టి మొక్కలను దిగువ విధంగా వర్గీకరించవచ్చు.

### 1. దీప్తికాల తటస్థ వృక్షకాలు :-

ఇవి కాంతి కాలావధితో సంబంధము లేకుండా పుష్పిస్తాయి. ఉదా చిక్కడు, దోస, బొమాబో, మొక్కజొన్న, మొదలగునవి మొక్కలు ఎక్కువ మేరకు ఈ వర్గానికి చెందినవిగానే ఉంటాయి.

### 2. హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షాలు :-

ఈ వర్గానికి చెందిన మొక్కలు కాంతికాల ప్రమాణము నిర్దిష్ట సంధిగ్ధ కాలవ్యవధికి తక్కువగా ఉన్నప్పుడు మాత్రమే పుష్పిస్తాయి. సంధిగ్ధ కాల వ్యవధి రకరకాల మొక్కలలో వేర్వేరు విధములుగ ఉంటుంది. ఉదా : సోయాచిక్కుడు, చామంతి, పాయిన్ సెటియా.

### 3. దీర్ఘ దీప్తికాల వృక్షకాలు :

ఈ విభాగానికి చెందిన మొక్కలు, కాంతికాల ప్రమాణము నిర్దిష్ట సంధిగ్ధ కాలవ్యవధికి పోయినా ఉన్నప్పుడు, పుష్పిస్తాయి. ఉదా : ముల్లంగి, బీటు దుంప, స్పినచ్, హయోనైమస్ నైగర్.

### 4. దీర్ఘ హ్రస్వ దీప్తికాల వృక్షకాలు :

ఈ వర్గానికి చెందిన మొక్కలు సామాన్యంగా బహు అరుదు. వీటికి దీర్ఘకాల ప్రమాణము వెంట

డినే హ్రస్వకాల ప్రమాణము అనుసరించినపుడు మాత్రమే మొక్కలు పుష్పించడం జరుగుతుంది. అనగా ఈ మొక్కలు మొదట దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షాలుగా, వీమ్మట హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షాలుగా, ప్రవర్తనాయన్న మాట ఉదా : బయోఫిల్లమ్, నైట్ కీన్.

### 5. హ్రస్వదీర్ఘ దీప్తికాల వృక్షకాలు :

కొన్ని మొక్కలు మొదట్లో హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షాలుగా ఉండి, తదుపరి దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షాలుగా వ్యవహరిస్తాయి. ఉదా : కాంపాన్యులా.

భూమండలంలో వ్యాప్తిచెందిన వివిధ జాతులకు సంబంధించిన మొక్కలన్నీ కాంతికాలావధికి అనుక్రియను చూపుటలో సంబంధాన్ని కల్గిఉంటాయి. సాపేక్షకంగా ఉష్ణమండల, ఉపఉష్ణ మండలాలలో దీప్తికాల ప్రమాణము తక్కువగా ఉండుటవల్ల హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకాలున్న, సమశీతోష్ణ మండలాలలో దీప్తికాల ప్రమాణము అధికంగా ఉండుటచే దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలున్న ఆరంభించాయని శాస్త్రజ్ఞులు తలచారు. సమశీతోష్ణ మండలాలలో దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలు ఎండాకాలమునకు ముందుగానూ, హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకాలు ఎండాకాలము తుదిలోనూ, శరదృతువుకు ముందుగానూ దీప్తికాల ప్రమాణము తక్కువగుటచేత పుష్పించడం జరుగుతుంది.

కాంతికాల ప్రమాణము పుష్పించడాన్ని అదుపులో ఉంచుటవల్లనే దీర్ఘ హ్రస్వ దీప్తికాల వృక్షకాలు అనుబంధాలు మొక్కలకు వచ్చాయని తెలుస్తుంది. మొక్కలు పుష్పించడానికి చీకటికాలపు పరిమితి ముఖ్య ప్రభావకమనీ, లేనిచో మొక్కలు శాకియంగానే పెరుగుతాయని తెలిసింది. అంటే

దీర్ఘ పీకటికాల ప్రమాణాన్ని సూక్ష్మంగా గాఢ కాంతిచే విప్పుమొందిస్తే రెండు హ్రస్వ నిష్కాంతి (చీకటి) కాలప్రమాణాలు ఏర్పడతాయి. ఇందు వలన దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలలో పుష్పించడం ప్రోత్సహించబడి, హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకాలలో పుష్పించడం నిరోధింపబడుతుంది. కాని, దీర్ఘకాలి కాలప్రమాణము, హ్రస్వ నిష్కాంతిచే భేదింపబడ్డా, మొక్క పుష్పిస్తుంది. దీనిని బట్టి హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకాలకు అంతరాయ మొందని దీర్ఘనిష్కాంతి కాలము ఆవసరమనీ, యిది దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలలో పుష్పించడాన్ని నిరోధిస్తుందనీ విశదమయింది. దీర్ఘ నిష్కాంతి కాల ప్రమాణమును అరుణకాంతిచే విప్పుమొందించినప్పుడు, హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకాలు పుష్పించవనీ, దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలలో పుష్పించడం వృద్ధిపొందుననీ గమనించారు. అరుణకాంతిచే నిరోధింపబడ్డ ప్రక్రియకు వెంటనే దూరారుణ కాంతిని ప్రసరింపజేసిన యెడల, అరుణకాంతిచే కలిగిన నిరోధము ఉత్క్రమణం చెంది మొక్క పుష్పిస్తుంది. తిరిగి ఈ వ్యవస్థకు అరుణకాంతితో అంతరాయాన్ని కల్గిస్తే మరల పుష్పాలు రావు. మరల మరల అరుణ - దూరారుణ కాంతులను బహిర్గత మొందిస్తూ ఉండవచ్చు. కాని ఆఖరున వాడిన కాంతిప్రభావము మీద మొక్క పుష్పించడం నిర్ణయించబడుతుంది. దీని మూలంగా మొక్కలలో కాంతిని శోషించడానికి రెండు రూపాలలో ఒక వర్ణద్రవ్య ముంటుందనీ, ఒక రూపం నుండి వేరొక రూపానికి పరస్పర పరివర్తనం జరుగుతుందనీ తెలుస్తుంది.

అరుణకాంతిని అధికంగా శోషించే వర్ణద్రవ్యము  $P_R$  అనీ, దూరారుణ కాంతిని గ్రహించే వర్ణద్రవ్యము  $P_{FR}$  రూపంలో ఉంటుందనీ, ఈ రెండు రూపాలు కాంతి రసాయనికంగా పరివర్తన చెందగలవనీ గ్రహించారు. ఈ వర్ణద్రవ్యాన్ని అనేక మొక్కల నుండి వేరుపరచి రసాయన స్వభావాన్ని కూడా

(25)

విశదీకరణంచేశారు. ఈ వర్ణద్రవ్యానికే ఫైటోక్రోమ్ అని నామకరణం చేశారు. ఇది స్వల్ప పరిమాణంలో అనేక మొక్కలలో లభిస్తుందనీ, యిది క్రోమోప్రోటీన్ అని వివరించారు.

ఇది పుష్పించడాన్ని మాత్రమే క్రమబద్ధం చేయడంకాక, మొక్కలు కాంతికాలానికి ప్రధర్మించే అనేక అనుక్రియలకు కాంతిఅభిగ్రహణంగా వ్యవహరించి, విత్తనాలు మొలకెత్తడంలోనూ, కాండమునూ పత్రాలనూ వృద్ధినిందించడంలోనూ, ఆదోసయెనిన్ ద్రవ్యాన్ని ఏర్పరచడంలోనూ ముఖ్యపాత్ర వహిస్తుంది. ఫైటోక్రోమ్, మొక్కల వృద్ధి అభివృద్ధి కార్యక్రమాలలో, అత్యంత ముఖ్యమైన వర్ణద్రవ్యంగా పరిగణింపబడ్డది.

పుష్పించడం అనే ప్రక్రియలో ఫైటోక్రోమ్ పాత్ర ఈనాటికి కూడా పూర్తిగా అవగాహనకాలేదు. హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకాలలో పుష్పించే ప్రక్రియలో ఫైటోక్రోమ్ యొక్క రెండు రూపాలు ముఖ్యపాత్ర వహిస్తున్నాయని దృఢమయింది. దీర్ఘనిష్కాంతి ప్రమాణానికి ముందున్న హ్రస్వకాంతి ప్రమాణంలో ఫైటోక్రోమ్  $P_{FR}$  రూపంలో ఉంటుంది. దీప్తికాల ప్రమాణంలో అరుణ కాంతి లభ్యపడుటచే సహజ పరిస్థితులలో, ఫైటోక్రోమ్ ఒక రూపమునుండి వేరొక రూపానికి మార్పు చెందడం జరుగుతుంది. చీకటిలో ఫైటోక్రోమ్ తనంతట తానే నెమ్మదిగా  $P_R$  రూపానికి మారుతుంది. ఈ రూపంలోనే ఫైటోక్రోమ్ ( $P_R$ ) స్థిరంగా చీకటిలో ఉంటుంది.

కాంతికాలావధిలో కాంతి నిష్కాంతులకు లోనై అనుక్రియలను చూపేవి మొక్కలలోని పత్రాలు. హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకాలలోని ఒక పత్రానికి దీర్ఘనిష్కాంతి సిచ్చి, కాండాగ్రమును మిగిలిన మొక్కను దీర్ఘదీప్తికాల ప్రమాణంలో ఉంచినా, లేదా పత్రాలను మాత్రమే దీర్ఘదీప్తికాలానికి బహిర్గత మొందించి, కాండాగ్రమును హ్రస్వదీప్తి

కాలంలో ఉంచినా - హ్రస్వదీప్తి కాలపు చర్యను గ్రహించిన పత్రము ఒకటి మాత్రమే మొక్క పుష్పించడానికి సరిపోవునని తెలియనయినది. పత్రాలు మాత్రము ప్రత్యక్షమొంది, అంత్య అనుక్రియను కాండాగ్రములో చూపిస్తాయి. ఆకులు నిర్దిష్ట కాంతికి బహిర్గతం కావడంచే ఏదో ఒక పదార్థము పత్రము నుండి కాండాగ్రానికి అనువర్తన చెందుతుందని అర్థమయింది. ఈ పదార్థాన్నే, పుష్ప ఉత్తేజకం అంటారు. ఈ పదార్థపు రసాయన స్వభావము యితవరకు తెలియలేదు; కాని యిది ఒక ప్రత్యేకమైన హార్మోనుగా ఉండవచ్చునని అభిప్రాయము. అనేక మొక్కలలో పుష్ప ప్రేరణను గమనించారు. సరిఅయిన కాంతిప్రమాణాన్ని పొందిన హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకపు కాండాన్ని, లేక ఆకులను సరిగా కాంతి ప్రమాణాన్ని పొందిన హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకానికి అంటు కట్టినచో, కాంతికాల వ్యవధిని సరిగా పొందని మొక్కలు పుష్పిస్తాయి. పుష్పించే దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాన్ని పుష్పించని హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకానికి అంటుకడితే, హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకము పుష్పించింది. అటులే సరియయిన కాంతికాలాన్ని పొందిన హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకాన్ని కాంతికాలము సరిగా పొందని దీర్ఘదీప్తి కాలపు మొక్కలతో అంటు కడితే, కాంతికాలము సరిగా పొందని మొక్కలలో పుష్పాలు వచ్చాయి. దీనిని బట్టి హ్రస్వకాల దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలన్నింటిలో పుష్పించడాన్ని ప్రేరేపించే పదార్థము ఒకదేననీ, అది ఒక చోటనుండి వేరొక చోటకు రవాణా చేయబడుతుందనీ అవగాహన మయినది.

మొక్కలలో పుష్పాలు ఏర్పడటానికి ప్రత్యేక హార్మోనులు కారణమని గ్రహించారు; వీటినే ప్లారిజన్లు అని అంటారు. అయితే యితవరకు ఈ యోగికాలను ఎవరూ మొక్కలనుండి నిష్కరించి, గుణాలను అధ్యయనం చేయలేదు. పుష్పించడాన్ని

ప్రేరేపించే హార్మోన్ ఏర్పడే విధానాన్ని గురించి కొంతవరకు పరిశోధన జరిగింది. పుష్పించే ప్రక్రియను అనేక పాక్షిక ప్రక్రియలుగా విభజించవచ్చు. ఈ పాక్షిక ప్రక్రియల నన్నింటినీ, విపులంగా హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకమైన జాంథియమ్లో అధ్యయనం చేశారు. పుష్పించేమొక్కకు కార్బన్ డయాక్సైడ్ అత్యావశ్యకము. పుష్పప్రేరణకు అవసరమైన యోగికాన్ని (A) తయారు చేసేందుకు కిరణజన్య సంయోగ క్రియయొక్క రేటు ముఖ్యం. అనగా కార్బన్ డయాక్సైడ్ నుండి కాంతిశీర్ష్టత ఎక్కువగా మొక్కకు లభ్యపడినచో కిరణజన్య సంయోగ క్రియద్వారా పుష్పించడాన్ని ప్రేరేపించే హార్మోనును ఉద్భవింపజేయుటకు అవసరమయ్యే అధస్త పదార్థములను తయారు చేసుకొని, మొక్కకు అందజేయుటకుంటుంది. ఈ A యోగికము పిదప వచ్చే నిష్కాంతిలో B గా మార్పు చెందుతుంది. నిష్కాంతి కాలప్రమాణము సూక్ష్మకాంతి ప్రమాణముచే అంతరాయమొందించిన B యోగికము ఏర్పడక, పుష్పించే ప్రక్రియ నిరోధింపబడుతుంది. A, B, యోగికాలు పత్రాలలో మాత్రమే తయారవుతాయి. B నుండి C యోగికము ఉత్పన్నమై పత్రాల నుండి కాండాగ్రమునకు రవాణా చేయబడి పుష్పారంభాన్ని చూపుతుంది. ఈ అంతిమ యోగికాన్ని ప్లారిజిన్ అంటారు. ఇది మొక్కలలో పుష్పాలు ఏర్పడటానికి ఉపకరిస్తుందని రష్యన్ దేశస్తుడు చైలాఖియాన్ వివరించాడు.

దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలు కాంతి కాలాన్ని క్రమంగా పొందక పోయినా, ప్రతికూలమయిన కాంతికాలావధిలో జిబ్బరెలిన్లను సరఫరా చేస్తే పుష్పిస్తాయి. జిబ్బరెలిన్లు పుష్పించడాన్ని ప్రేరేపించే హార్మోనులు కాకపోయినా, ఈ ప్రక్రియను పరోక్షంగా ప్రేరేపించగలవు. హ్రస్వదీప్తికాల వృక్షకాలలో జిబ్బరెలిన్ల పరిమాణము స్వల్పంగా ఉంటుంది. దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలలో

జిబ్బరెలిన్ల పరిమాణం అధికంగా ఉంటుంది. దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలంలో ఎక్కువగా ఉండే జిబ్బరెలిన్లు ఫ్లోరిజెన్ తయారీకి ఉపకరిస్తాయి. వ్రాస్యదీప్తికాల వృక్షకాలంలో జిబ్బరెలిన్ల పరిమాణము తక్కువగా ఉన్నప్పటికీ ఫ్లోరోజెన్ తయారీకి సరిపోతుందని భావించారు. ఒకసారి ప్రేరేపించే హార్మోన్ తయారైతే, వ్రాస్యదీప్తికాల వృక్షకాలంలోనూ దీర్ఘదీప్తికాల వృక్షకాలంలోనూ, పుష్పాలు ఉత్పత్తి అవుతాయి. కొన్ని మొక్కలలో జిబ్బరెలిన్లేకాక యితర హార్మోన్లు కూడా పుష్పించడాన్ని ప్రేరేపిస్తాయి.

మొక్కలు పుష్పించడానికి కాంతికాలావధి మాత్రమే కాక సరిఅయిన ఉష్ణోగ్రత కూడా ఉండాలి. పుష్ప ప్రక్రియలో ఉష్ణోగ్రతా ప్రభావము ఏకవార్షికాలలో కన్నా, ద్వివార్షికాలలో స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది. ఏకవార్షికాలు ఒకే ఋతువులో మొలకెత్తి పెరిగి వృద్ధిచెంది పుష్పించి వార్షిక దశకు లోబడి మరణిస్తాయి. కాని ద్వివార్షికాలు మొదట పెరిగే ఋతువులో శాకీయంగా పెరిగి, చలికాలంలో శీతల ఉష్ణోగ్రతకు ప్రత్యక్షీకరణ చెంది, తరువాత ఋతువులో తగిన కాంతికాలావధిని పొంది, పుష్పాలను ఉత్పత్తి చేస్తాయి. ఈ మొక్కలు చలికాలంలో శీతల ఉష్ణోగ్రతకులోనై, పుష్పాలను ఉత్పత్తిని చేయగలుగుతాయి. అటుల, లోనుగానివడల, తరువాత సరైన కాంతి కాలాన్ని పొందుతున్నా, అవి శాకీయంగానే పెరుగుతాయి; కాని పుష్పాలను ఉద్భవింపజేయవు. ద్వివార్షికాలకు కృత్రిమంగా శీతల అభిచర్యచేసి, పిమ్మట కాంతికాలాన్ని ఏర్పరచగా, ఏకవార్షికాలవలె ఒకే ఋతువులో అవి పుష్పించగలవు. ఈ విధంగా మొక్కకు శీతల అభిచర్య చేసి, త్వరగా పుష్ప ప్రేరేపణ చేయడాన్నే “వెర్నలైజేషన్” అంటారు. వెర్నలైజేషన్ దానంతట అదే మొక్కలలో పుష్పించడాన్ని ప్రేరేపించలేదు;

మొక్కను పుష్పించడానికి సిద్ధపరుస్తుంది; తగిన కాలాన్ని ప్రేరేపిస్తుంది. వెర్నలైజేషన్ ప్రయోగాలన్న ఎక్కువగా లై సెంకో, గెన్నర్లు కావించారు. ఎక్కువగా హయానైమన్ నైగర్, పెద్దున్లై మొక్కలలో ఈ ప్రయోగాలను జరిపారు.

మొక్కలలో, ముఖ్యంగా, కాండాగ్రము శీతల అభిచర్యను స్వీకరించి, వెర్నలైజేషన్ ప్రేరణను తక్కిన భాగాలకు రవాణాచేస్తుంది. వెర్నలైజేషన్ చేయడానికి మొక్కవయస్సు ముఖ్యంగా తెలియాలి. అనుకూలమయిన వయస్సు అంటూ వెర్నలైజేషన్ చేయడానికి ఉంటుంది. అప్పుడే ఈ ప్రక్రియ వీలవుతుంది. మొక్కలలో వెర్నలైజేషన్ వల్ల ఏర్పడే ప్రేరణ, వెర్నలైజేషన్ చేసిన ఉష్ణోగ్రత మీద, కాలమీద, ఆధారపడి ఉంటుందని గమనించాలి. శీతల అభిచర్యకు ప్రత్యామ్నాయంగా మొక్కలకు (పాటల వర్గాలకు) జిబ్బరెలిన్లను బాహ్య సరఫరాచేసి, అనుకూల కాంతికాలాన్ని లభింపజేస్తే, మొక్కలు పుష్పిస్తాయి. వెర్నలైజేషన్ ద్వారా కల్గిన ప్రేరణ, వెర్నలైజేషన్చెందని మొక్కలోకి, అంటు ద్వారా, ప్రవేశపెట్టవచ్చుననీ, తత్ఫలితంగా పుష్పించడాన్ని గమనింపవచ్చుననీ తెలియవచ్చినది. వెర్నలైజేషన్ వల్ల మొక్కలు పుష్పించడాన్ని ప్రేరేపించుటకు వర్నలిస్ అను పదార్థము కారణమని విశదమైనది.

#### FURTHER READING

1. LEOPOLD, A. C. (1964). *Plant Growth and Development*. Mc-Graw Hill Publishing Company. New York.
2. WILKINS, M. B. (1969)-*Physiology of Plant-growth and Development*. Mc-Graw Hill pub. com. New York.
3. Hillman, W. S. (1962)-*The Physiology of Flowering*. Holt Rinehart & Winston. New York.

డా॥ జె. వి. శ్రీనివాసరావు



# 81. విసర్జనము

(EXCRETION)

జంతువన్న తర్వాత, అది వెదకి ఆహారాన్ని తింటుందని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. దాని కాళ్ళూట దొరికిన ఆహారాన్ని తాను తినగలిగినంతవరకు తింటుంది. తిన్నదంతా, తాగినదంతా దానికి పనికి వచ్చేది అనుకోవడం పొరపాటు. దాని శరీరానికి పనికి వచ్చేదానితోబాటు, పనికిరానిది కూడా ఉండటం సహజమే. పనికిరానిది ఎక్కువగా ఉంటుందా, పనికి వచ్చేది ఎక్కువగా ఉంటుందా అన్నదే సమస్య. తింటేకాని పనికి వచ్చేదాన్ని, పనికిరాని దానినుండి వేరుచేయలేదు. తిన్న తరువాత వివిధ అవయవ మండలాలలో, కణ జాలాలలో, కణాలలో, అంచెలంచెలలో పనికివచ్చే దానిని పనికిరాని దానినుండి విడగొట్టడం జరుగుతుంది. దీనినే విసర్జనము (Excretion) అంటారు. ఇలా వేరుచేయబడ్డ విసర్జిత పదార్థాలు, శరీరంలో ఉండరానివి, ఉంచుకోలేనివి. వీనిని ఉంచుకోగలిగిన కణజాలాలుగాని, అవయవ మండలాలుగాని లేవనే చెప్పకోవాలి. కనుక వీటిని శరీరం క్రమేణా బయటకు తరలించుతుంది. ఇలా తరలించడాన్ని బహిష్కరణ (Elimination) అనెదరు. ఈ దృక్పథంతో చూస్తే, మొక్కలు వాటికి కావలసిన ఆహార పదార్థాన్ని వాటంతటవి సంయోజన చేసుకొనుట చేత, విసర్జన చేయవలసిన అవసరము లేదనే అనిపిస్తుంది. కాని మరో దృక్పథంతో చూస్తే, మొక్కలు కూడా విసర్జించ వచ్చుననే చెప్పాలి. పనికిరాని దానినే విసర్జించాలి అనే నియమమేమీ లేదు. పనికివచ్చేదైనా, శరీరం ఉపయోగించుకోలేనంతగా తీసుకొంటే, ఎక్కువైనంత మేరకు అది విసర్జితము అవుతుంది. ఉదాహరణకు మన మూత్రములో, మన చెమటలో,

సముద్రపు తాబేలు ఒడ్డుకొచ్చినపుడు వాటి కళ్ళ వెంట కారే కన్నీటి చుక్కలలో, ఉప్పు ఉంటుంది. తీసుకునే ఆహారంలో ఉప్పు ఉన్నందున, శరీరంలో ఉప్పు ఎక్కువవుతుంది. కనుక ఉప్పుకణాలు ఎంత ముఖ్యమైనవైనా, అధికమైన వాన్ని విసర్జించక పోతే విపరీత పరిమాణాలకు అవి దారి తీస్తాయి. ఇలాగే కొన్ని మొక్కలు తమ వేరులద్వారా, తమకు ఎక్కువైన లవణాలను నేలలోకి వదలేస్తూ ఉంటాయి; లేదా ఇతర విషపదార్థాలతో కలిపి, నీటిలో కరగలేకుండాచేసి, స్పటిక రూపంలో ఆకులలోనో, ఇతర అనువైన భాగాలలోనో దాచుతూ ఉంటాయి. జీవపదార్థంలో చాల భాగం నీరే అని మనకు తెలుసు. కనుక కణాలకు నీరు అవసరమని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. కాని మనముపోసే మూత్రములోను, మన చెమటలోను, నీరు విసర్జన చెందుతుంది. దీనికి కారణాలున్నాయి. పనికిరాని పదార్థాలనూ, కలుష పదార్థాలనూ, విష పదార్థాలనూ కరగించి ద్రావణరూపంలో మూత్రముగా బహిష్కరించడానికోసం, నీరు కూడా వానితో పాటు బహిష్కరణ చెందుతుంది. ఇదికాక ఆహార పదార్థాలలో నీరు ఉంటుంది. జీవక్రియ కారణంగా కణాలలో నీరు కొంత ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఇందువలన నీరు అధిక పాళ్ళలో ఉండటానికి అవకాశముంటుంది. ఇలా ఎక్కువైన నీటిని విసర్జించవలసి ఉంటుంది.

అసలు జీవ పరిణామ సిద్ధాంత రీత్యా ఒక ప్రత్యేక విసర్జన మండలమంటూ, నీటి విసర్జన కోసమే ముఖ్యంగా, ఉనికిలోకి వచ్చింది. మొట్టమొదట జీవులు సముద్ర గర్భములో ఉద్భవించా

యనీ, సముద్ర జలంనుంచి కాలక్రమేణా నదీ జలంలో ప్రవేశించాయనీ నదీ జలంలో నుంచి భూమిపైకి వచ్చాయనీ చెప్పడానికి నిదర్శనాలున్నాయి. సముద్ర జలంలో వుండే క్రిందిస్థాయి జీవులలో, శరీరంలోని లవణ సాంద్రత, సముద్ర జలంలోని లవణ సాంద్రతకు దగ్గరలో ఉన్నందున, చుట్టూ ఉన్న నీరు, శరీరంలోనికి ద్రవాభిసరణ (Osmosis) ద్వారా ప్రవేశించదు. కాని మంచినీటిలోని జీవుల శరీరాల్లో మంచినీటిలో కన్న ఎక్కువ లవణసాంద్రత ఉన్నందున, చుట్టూ ఉన్న నీరు శరీరంలోనికి ద్రవాభిసరణ ద్వారా ప్రవేశిస్తుంది. ఈ నీటిని విసర్జించకపోతే జీవికణాలు ఉబికి పగిలి చస్తాయి; కనుక ఈ నీటి విసర్జన కోసం ప్రత్యేక విసర్జన మండల మొకటి ఉనికిలోకి వచ్చింది. మంచినీటి బద్దపురుగుల (Flat worms) లో ఈ మండలము జ్వాలాకణాలతో ఏర్పాటై ఉంటుంది. ఈ జ్వాలాకణాలు అధిక మైన నీటిని పీల్చి, నాళికలద్వారా బయటకు తరలించుతాయి. జలగలలో నెఫ్రీడియం (Nephredium) ఈ పని చేస్తుంది. నెఫ్రీడియంలు రక్తం నుంచి నీరునూ, కొన్ని మలిన పదార్థాలనూ వేరు చేసి బయటకు తరలిస్తాయి. సకశేరుకాలలో నెఫ్రీడియములను పోలిన విసర్జనపు యూనిట్లు (Excretory units) వేల సంఖ్యలో వుంటాయి. కాని అన్నీ కలసికట్టుగా రెండు మూత్రపిండాలుగా ఏర్పడి ఉంటాయి. చెరొకవైపునా ఉన్న మూత్ర పిండము రక్త మండలంనుంచి తనకు వచ్చే మలిన రక్తాన్ని వడకట్టి, మలిన పదార్థాలను వేరుచేస్తుంది. వడకట్టబడిన రక్తం, రక్త మండలాన్ని చేరుతుంది. వేరుపరచిన మలిన పదార్థాలను పొడుగాటి విసర్జన నాళికల ద్వారా తరలించడం జరుగుతుంది. మలిన పదార్థాలతో పాటు చాలాభాగం నీరూ, కొన్ని పని కొచ్చే పదార్థాలు కూడా వడకట్టులోకి వచ్చేస్తాయి. మూత్రము విసర్జననాళికల ద్వారా వెళుతున్నప్పుడు

మళ్ళీ ఇవి రక్తంలో చేరుతాయి. మిగిలిపోయిందల్లా కొంతవీరూ, అనీటిలో కరిగియున్న మలినాలూ మూత్రమే. దీనినే మనము మూత్రము అనెదము. ఇది బహిష్కరణ చెందుతుంది.

నేలమీద నివసించే జంతువులలో మలిన పదార్థాలను నీటిలో కరగించి బహిష్కరించడం సులభ దాయక మవడంవల్ల, నీరు కొంతన్నా ఇలా వృథా అవక తప్పదు. కనుక ఇవి నీరు తరచు తాగుతూ ఉంటాయి. తాగిన నీరు ఎక్కువైనప్పుడు, ఇది బహిష్కరణ చెందాల్సిందే. చలికాలంలో మూత్ర మెక్కువసార్లు పోయడం, వేసవిలో తక్కువసార్లు పోయడం మనము గమనించిన విషయమే. కనుక నేలమీద నివసించే జంతువుల మూత్రపిండానికి కూడా నీటి విసర్జన ఒక ముఖ్యమైన పని. నీటి విసర్జన ఆనదానికన్న నీటి సంతృప్తము (Water Balance) అంటే బాగుంటుంది. రక్తంనుంచి వడకట్టబడిన నీటిలో చాలా భాగాన్ని తిరిగి నాళికా కుడ్యం పీల్చి రక్తంలోకి చేర్చుతుంది. కనుక వడకట్టబడిన నీటిలో ఎంతభాగము తిరిగి రక్తంలోకి చేర్చాలి అన్నది, జంతువు ఎంతనీరు త్రాగిందో, దానికి ఎంత అందుబాటులో ఉన్నదో అనే వాటిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఎక్కువ నీరు అందుబాటులో ఉండి, ఎక్కువ తాగితే, ఎక్కువ నీరే బహిష్కరణ చెందుతుంది. తక్కువైతే తక్కువే బహిష్కరణ చెందుతుంది. నీరు దొరకడం కానీ, నీరు త్రాగడంకానీ అరుదైతే ఆ జంతువులలో అసలు నీరు బహిష్కరణ చెందదు. ఉదాహరణకు కీటకాలు, పక్షులు, సరీసృపాలు, నీటిని వీలయినంతవరకు విసర్జించవు. వీటిలో మలిన పదార్థాలు కూడా నీటిలో కరగని మన పదార్థాలుగా మార్పుచెంది, బహిష్కరణ చెందుతాయి. కనుక జీవి విసర్జించే మలిన పదార్థాన్ని బట్టి దాని నీటిఅవసరములను మనము తెలుసుకోవచ్చు.

జంతువులు విసర్జించే ముఖ్యమైన మలిన పదార్థాలు మూడు. ఇవి: అమోనియా (Ammonia), యూరియా (Urea), యూరిక్ ఆమ్లం (Uric acid). నీటిలో నివసించేవి (జలచరాలు). అమోనియాను నేరుగా నీటిలోకి విసర్జిస్తాయి. నేలమీద నివసించేవి (భూచరాలు), యూరియాను గానీ, యూరిక్ ఆమ్లాన్నిగానీ విసర్జిస్తాయి. యూరియా నీటిలో కరుగుతుంది; కనుక ద్రావణంగా విసర్జన చెందుతుంది. దీనివల్ల జంతువులకు నీటినిష్టం కలుగుతుంది. నీటిని వదులుకోగలిగిన జంతువులే యూరియాను బహిష్కరిస్తాయి. యూరిక్ ఆమ్లము నీటిలో కరుగదు. మనపదార్థంగా, నీటిని పోగొట్టుకోలేని జంతువులలో ఇది బహిష్కరణ చెందుతుంది. అమోనియాను బహిష్కరించే వాటిని అమోనియోటెలిక్ (Ammoniotelic) జంతువులనీ, యూరియాను బహిష్కరించే వాటిని యూరియోటెలిక్ (Ureotelic) జంతువులనీ, యూరిక్ ఆమ్లాన్ని బహిష్కరించేవాటిని యూరికోటెలిక్ (Uricotelic) జంతువులనీ అంటారు. ఒకే జంతువు, దాని జీవితచరిత్రలోని వివిధ దశలలో, దానికి లభ్యమయ్యే నీటి పసతులను బట్టి, ఈ మూడురకాల మలిన పదార్థాలలో దేనినో ఒక దానినిగానీ, ఏదెండినోగానీ, అన్నింటినోగానీ బహిష్కరించవచ్చు. ఇలాగే కోడి, అభివృద్ధి దశలలో వరుసగా, మొదటిదశలో అమోనియాను, తరువాత దశలో యూరియాను, అటు తర్వాత దశలో యూరిక్ ఆమ్లాన్ని బహిష్కరిస్తుంది. దీనివల్ల జీవ పరిణామ నిర్ధారిత రీత్యా దానికున్న పూర్వీకుల పద్ధతులను కోడి అభివృద్ధి చెందేటప్పుడు స్మరణ (Recapitulate)కు తెచ్చుకొంటుందని చెప్పుకోవలసి వస్తుంది.

ఈ మూడు మలినాలలో అమోనియా ముఖ్యమైనది. కణ పదార్థంమీద అమోనియా విష ప్రభావము చూపుతుంది. కనుక దీనిని ఏర్పర్చ వెంటనే

కణాలు విసర్జిస్తాయి. జీవి ఈ అమోనియాను రక్తంలోకి తీసుకొని, అచ్చటి నుండి తన చుట్టూ ఉన్న నీటిలోనికి తరలించుతుంది. నీటిలో ఇది బాగా ద్రావణీయతకలది కనుక నీటిలో నివసించే జీవులు ఈ సమపాయాన్ని ఉపయోగించుకొంటున్నాయి. భూచరాలకు ఇది సాధ్యము కాదు. కనుక అమోనియాను నీటిలో కరిగే యూరియాగానో లేదా నీటిలో కరగని యూరిక్ ఆమ్లంగానో పరివర్తనముచేసి, ఆ తరువాత బయటకు తరలిస్తాయి. ఈ పరివర్తనము చాలవరకు కాలేయములో జరుగుతుంది. కణాలనుండి రక్తము పట్టుకొనివచ్చిన అమోనియాను, కాలేయములో, (క్షీరదములలో) యూరియాగా గానీ, (పక్షులలో) యూరిక్ ఆమ్లంగా గానీ మార్పటం జరుగుతుంది. కాలేయము తీసివేస్తే రక్తంలోని అమోనియాగాఢత పెరిగి పోవడంవల్ల ఈ విషయం అర్థము అవుతుంది. కనుక మూత్ర పిండాలలో జరిగేది చాలవరకు రక్తపు పడపోత. ఈ పడపోతవల్ల ఈ మాలిన్యాలు వేరు చేయబడతాయి. పై చెప్పిన పరివర్తన పూర్తి కానప్పుడు, అవి మూత్రపిండంలో పూర్తి కావచ్చు.

ఈ అమోనియా అంత హానికరమైనపుడు, అది ఎందుకు, దేని నుండి, ఎలా, కణాలలో ఉత్పత్తి అవుతుందన్న ప్రశ్న ఎదురవుతుంది. తిన్నగా చెప్పవలెనంటే ఇది చాలావరకు జంతువు తినే ఆహారంలోని మాంసకృత్తులనుండి, ఎమైనో ఆమ్లాలనుండి, కేంద్రకామ్లాలనుండి వస్తుంది. వీటిలో నత్రజని ఉండటం, వీటినుండి శక్తిని గ్రహింపవలసి వచ్చినపుడు ఈ నత్రజనిని విడగొట్టడం (Deamination) వల్ల, కణాలలో అమోనియా తయారవుతుంది. కనుక కణాలలో అమోనియా ఉత్పత్తి తప్పనిసరిగా జరుగుతుంది. ఆహారంలో మాంసకృత్తులు లేకపోయినా ఇది తప్పదు. కణాలలో ఉండే మాంసకృత్తులే చిరస్థాయిగా

ఉండజాలవు. కణము ఉన్నవాటిని విచ్ఛిన్నము చేస్తూ, విచ్ఛిన్నమై పోయిన వాటిని తిరిగి సంయోజిస్తూ ఉంటుంది. కనుకనే జీవపదార్థము స్థితిశీలంగా (Static) ఉండదు. స్థితిశీలమైనపుడు అది చచ్చినట్లే. ఇలా వేరుచేయబడ్డ న్నత్రజని-అమ్మోనియా, యూరియా, యూరిక్ ఆమ్లంగానే కాకుండా-మరికొన్ని యితర పదార్థాలుగా కూడా పరివర్తన చెందవచ్చు. సాలిండ్లు వాటి న్నత్రజనిని-గ్యూనైన్ (Guanine)గా విసర్జిస్తాయి. అల్టాంటాయిన్ (Allontoin), అల్టాంటాయిక్ ఆమ్లము, (Allontoic acid) హిపూరిక్ ఆమ్లము (Hippuric acid), ప్టెరైన్స్ (Pterines), క్రియాటిన్ (Creatinine) మొదలగు పదార్థాలు మలినాలుగా విసర్జించబడటం జరుగుతుంది. మలినాలేకాక, పనికొచ్చేవై నాసరే, అవసరానికిమించి వున్నవీ, దాచి వుంచుకోలేనివీ కూడా విసర్జన చెందుతాయి. ఉదాహరణకు:- చక్కెరలు, ఎమెనో ఆమ్లాలు, పలు రకాల లవణాలు కూడా ఇలా విసర్జన చెందుతాయి.

విసర్జన మూత్రపిండాల ద్వారానే జరగాలని లేదు. చర్మము ద్వారా చెమటగానూ, శ్వాసకోశ ములద్వారా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ గానూ, జీర్ణమండలం ద్వారా మలముగానూ, కాలేయం ద్వారా చచ్చిన రక్తకణాల అవశేషాలుగానూ, కంటిద్వారా కన్నీరు గానూ పదార్థాలు విసర్జన చెందవచ్చు. కాని మనము మూత్రపిండాలను తప్ప తక్కిన వాటిని విసర్జనావయవములని చెప్పలేము. తక్కిన అవయవాలు

ఇంతకన్న ముఖ్యవిధులను నిర్వర్తించడమే దీనికి కారణము. మూత్ర పిండాలకు జబ్బుచేస్తే, విసర్జన సరిగా జరగక మరణానికి దారితీస్తుంది.

### మనోవికాసానికి పఠనాధారాలు

1. "Physiological Approach to lower Animals" - by J. A Ramsay. Cambridge university press. London. 1968.
2. "An Introduction to Comparative Biochemistry" -by E. Baldwin. Cambridge university press. 1964.
3. "Animal Physiology" -by Knut Schmidt Nielsen. Prentice Hall of India Private Limited. New Delhi. 1978.
4. "High School Biology" - Biological Science Curriculum Study. Green Version-Rand Mc Nally and Company. Chicago. 1963.
5. "Molecules to Man" - Biological Science Curriculum Study. Blue Version. Houghton Mifflin Company. Boston. 1963.

డా॥ పి. వెంకటేశ్.

## 82. నాడీకల్పిత సమన్వయము

(Nervous Coordination)

జీవ పదార్థానికి సహజంగానే షోభ్యత / Irritability) ఉంటుంది. ఇది జంతువులలో మట్టుకు విన్మయం కొలిపేటంతగా పెంపొందింది. జంతువు సంచరించి ఆకలికి ఆహారాన్ని, సంతానోత్పత్తికి భాగస్వామిని వెదకితీసుకోవలసిన అవసరమే దీనికి కారణమని పేర్కొనవచ్చు. ఇలా సంచరిస్తున్న పురు జంతువు అనేక మార్పులకు గురి అవుతుంది. ఉదాహరణకు ఒకచీమ తన ఆహారాన్ని వెదుకుతూ పోయేటపుడు గుంటలో తలక్రిందులుగా పడిపోయిందనుకుందాము. తలక్రిందులుగా ఉన్నది! కాళ్ళమీద ఉన్నది? అది ముందు తెలుసుకోవాలి. తెలుసుకున్నాక తలక్రిందులుగా వుండే కాళ్ళమీద నిలబడేందుకు తగు చర్యలు తీసుకోవాలి. ఇలా తనలో కలిగిన మార్పును తను గుర్తించి దానికి తగిన చర్య తీసుకోవడానికి దానికున్న నాడీ కల్పిత సమన్వయమే ( Nervous Coordination ) కారణము. ఆసలు అది వెతుకున్న దారిలో గుంట వున్న సంగతి తెలుసుకోగలిగితే ఆసలు తలక్రిందులుగా పడటమే జరగక పోవచ్చు. తన పరిసరాలలోని ఈ మార్పులను అది గుర్తించ గలగటానికి దానికుండే ఇంద్రియజ్ఞానమే కారణము. జ్ఞానేంద్రియాలలో నాడీకణాలే ముఖ్యాంశాలు. ఇలా తనలో మార్పులకు, తన పరిసరాల మార్పులకు, గురి అవుతూ సంచరించవలసిన అవసరము మొక్కలకు లేదు. ఉన్నచోటనే గాలి, నీరు, వెలుతురు సహాయంతో అవి సంయోజన ద్వారా ఆహారాన్ని. సంపర్కము ద్వారా సంతానాన్ని పొందగలుగుటవంన, వాటిలో చెప్పుకోదగ్గ నాడీవ్యవస్థ కనిపించదు.

షోభ్యత ప్రతి కణానికున్నా, బహుకణ జీవులలో కొన్ని కణాలు దీన్ని పెంపొందించుకొనుట వలన నాడీకణాలు రూపొందాయి. ఇలాంటి నాడీకణాలు అన్ని బహుకణ జీవులలో ఉన్నా, అవి అన్ని ఒక నాడీవ్యవస్థగా ఏర్పడటం జీవ పరిమాణరీత్యా జరిగినదనడానికి కావలసినంత నిదర్శనము ఉంది. కొన్ని నాడీకణాలు దేహబాహ్యతలాన ఉండక అంతర్యంలోకి చొరబడి అనువైన స్థలాలలో కేంద్రీకృతమై, కొంత బంధన కణజాలాన్ని చేర్చుకొని ప్రత్యేక నిర్మాణ వ్యవస్థలుగా రూపొందుతాయి. వీటి నొక్కొక్క దానిని నాడీసంధి అంటారు. దీనిలో చాలవరకు నాడీకణకాయములు (Nerve Cell Bodies) ఉంటాయి. ఈ నాడీకణకాయము నుండి కార్యనిర్వాహణాంగాలకు నాడులు వెళ్తుతాయి. బాహ్యతలాన వున్న జ్ఞానేంద్రియాలనుండి నాడులు ఈ నాడీసంధిలోని నాడీకణ కాయముల వద్దకు వచ్చి సంధి నేర్పరచుకొంటాయి. క్లుప్తంగా చెప్పవలెనంటే నాడీసంధి ఒక కూడలి స్థలంగా ఉంటుంది. జ్ఞానేంద్రియాలు, శరీరాంతర్యమున గానీ, పరిసరాలలోగానీ, కలిగే మార్పులను గ్రహించి విద్యుత్ కంపనాల ( Electrical Impulses ) రూపంలో నాడీతంతుల ద్వారా దగ్గరున్న నాడీసంధికి సమాచారము చేరవేస్తాయి. ఈ నాడీసంధిలో, వచ్చిన సమాచారాన్ని, సమయోచితమైన కార్యనిర్వహణాంగాలకు నాడీతంతులను పంపే, నాడీకణ కాయాలకు తరలించడం జరుగుతుంది. ఇందు వల్ల సంధిలో సమాచార మందుకొన్న నాడీకణకాయాలు విద్యుత్ కంపనాలను జనింప జేస్తాయి. ఇవి వీటినుండి వెడలే నాడీతంతుల ద్వారా ప్రవ

హించి కార్యనిర్వహణాంగాలకు చేరుతాయి. తత్ఫలితంగా కార్యనిర్వహణాంగాలు కార్యనిర్వహణ జరుపుతాయి. ఇలాంటి నాడీసంధి అనే వ్యవస్థను వానపాములో చూడవచ్చు. దానిలోని ఒక్కొక్క ఖండిక (Segment) లో ఒక్కొక్క నాడీసంధి ఏర్పడిఉంటుంది. అవనరాన్ని బట్టి నాడీసంధు లేర్పడుతాయి. ఉదాహరణకు : సత్ శరీరంలోని మూడు ముఖ్యభాగాలలో కనీసం మూడు జతల నాడీసంధులుండటం గమనించవచ్చు. ఇందువల్ల నాడీసంధితో కూడియున్న ఖండికగానీ, శరీరభాగంగానీ- తక్కిన ఖండికాలు లేదా భాగాల మీద ఆధారపడక- చాలవరకు స్వతంత్రించి యుండగలదు. ఉన్న నాడీసంధి కూడలిస్థలంగా మాత్రమేగాక, ఖండికతో లేదా ఆ శరీరభాగంలో కొంత చైతన్యాన్ని కూడా కలిగించగలగడమే దీనికి కారణము. నాడీసంధిలో కొన్ని నాడీకణాలు దీనికని ప్రత్యేకించి ఉంటాయి. ఇవి తమంతట తాము నిర్దిత కాలక్రమమును పాటిస్తూ, విద్యుత్ కంపనాలను జనింపజేస్తూ ఉంటాయి. ఈ విద్యుత్ కంపనాలు నాడీతంతుల ద్వారా ప్రసరించుచుచేత, ఇవి అందినపుడెల్లా అందుకు సంబంధించిన కార్యనిర్వహణాంగాలు కార్యనిర్వహణ జరుపుతూ ఉంటాయి.

ఇలాంటి నాడీసంధులే జీవియొక్క నాడీమండల వ్యవస్థలో ముఖ్యాంశములైన నైట్జే, ఆ జీవిప్రవర్తన దానికున్న ఖండికాల లేదా శరీరభాగాల ప్రవర్తనల చేర్చు మాత్రమే అవుతుంది. కొత్తగా జీవిలో ఖండికానికి లేని ప్రవర్తనంటూ ఏదీ ఉండటం కష్టము. జీవిలో నాడీకల్పిత సామర్థ్యము తక్కువనే చెప్పాలి. ప్రేరణ లాకిడికి జీవి తన ప్రవర్తనలో మార్పు తెచ్చుకొంటుంది. ఇటువంటి ప్రవర్తన, ప్రేరణమీదే ఆధారపడి ఉన్నందున దానిని డేక్సిన్ (Taxis) అంటాము. ఉదాహ

రణకు వెలుతురు సహించలేని జీవులు, వెలుతురున్న చోటును వదలి, చీకటున్న చోటున చేరుతాయి. ప్రేరణలాకిడికి జీవి, అంతయు కాక, ఆ జీవిలో, ఆ ప్రేరణకు సంబంధించిన, ఒక భాగము మాత్రము ప్రత్యుత్తరంగా తన ప్రవర్తనను మార్చుకొంటుంది దీనినే ప్రతివర్తన (Reflex) అంటాము. ఉదా. కాలికిముల్లు గుచ్చుకొంటే, వెంటనే కాలు పైకితీస్తాము. ఇలా వానపాము వంటి జీవులలో ప్రవర్తన అంతదీని డేక్సిన్లుగా, ప్రతివర్తనలుగా విడదీసి విశదీకరించవచ్చు. ఇవి కాక వీటికి కొంత స్వభావసిద్ధ ప్రవర్తన (Instinctive behaviour) కూడా ఉంటుంది. ఇది నేర్చుకొన్నది కాదు. పుట్టుకతోనే వస్తుంది. ఇది ఆ జాతి జంతువులన్నింటికి ఒకే విధంగా వుంటుంది. సాధారణంగా జాతిసంరక్షణకుగాను ఈ ప్రవర్తన తరతరాలనుండి ఉనికిలోనికి వచ్చియుండవచ్చునని శాస్త్రజ్ఞులు భావిస్తున్నారు. ఈ స్వభావసిద్ధ ప్రవర్తన పురుగుల (Worms)లో ఉన్నా, ఇది కీటకాలలోనూ, చేపలలోనూ, ఉభయ చరాలలోనూ, సరీసృపాలలోనూ, పక్షులలోనూ బాగా వృద్ధి చెంది పరిశోధనలకు బాగా గురియైనది.

జంతువు సంబంధించేటపుడు దాని పూర్వాంతమే మొదట పరిసరాలలోని మార్పులకు గురిఅవుతుంది. తక్కిన శరీరమంతా కూడా ఈ మార్పులకు గురికావలసిన అవసరము లేకుండానే పూర్వాంతము గ్రహించిన సమాచారాన్నిబట్టి, తక్కిన శరీరమంతా తన ప్రవర్తనను తదనుగుణంగా దిద్దుకోవడం ఎంతైనా వాంఛనీయము. దీని కోసమే ముఖ్యమైన అన్ని జ్ఞానేంద్రియాలను పూర్వాంతమునకు తరలించి కేంద్రీకరించుట వల్ల, ఈ పూర్వాంతము శిరముగా రూపొందింది. ఇంతే కాక, ఇవటి నాడీసంధుల వ్యవస్థ క్లిష్ట మవుతుంది. పలురకాల నాడీకణాలు వీటిలో చేరుతాయి. వీటినుండి తక్కిన ఖండికాలకు లేదా శరీర భాగాలకు నాడీతంతులు వెళ్ళి, నేరుగా

గానీ, ఆ యా భాగాల నాడీసంధుల ద్వారాగానీ, ఆ భాగాలను ప్రేరేపించడం, జరుగుతున్న ప్రేరణను తగ్గించడం, మార్పుడం లేదా నిలిపివేయడం చేస్తాయి. దీనివల్ల శిరములోని ప్రతి నాడీసంధిలో పలు విభాగాలను గుర్తించవచ్చు. ఒక్కొక్క విభాగము తక్కిన శరీరంలో ఏదో ఒక భాగపు ప్రవర్తనను తన అడుపులో ఉంచుకొంటుంది. ఇలా పలురకాల నాడీకణాలు చేరడంవల్ల, పలుభాగాలు ఏర్పడటం వల్ల, శరీరంలోని నాడీసంధులు పెద్దవయి పోతాయి. ఒకదానికొకటి దగ్గరవుతాయి. ఒకదానితో వేరొకటి: నాడీతంతుల ద్వారా సంబంధము ఏర్పరచుకొంటాయి. ఈ కారణంగా అన్నవాహిక పూర్వంతముచుట్టూ ఒక నాడీవలయ మేర్పడుతుంది. పృష్ఠతలాన ఒకటిగానీ ఒక జతగానీ సమష్టి నాడీసంధులుంటాయి ఉదరతలాన ఒక సమష్టి నాడీసంధి యుంటుంది. ఈ రెంటిలో పృష్ఠతలాన ఉన్నది, ముఖ్యపాత్ర వహించడంవల్ల, దీనిని మెదడుగా పరిగణిస్తారు. క్రమేణా జీవ పరిణామ రీత్యా ఉదరతలానున్న సమష్టి నాడీసంధికూడా పైకి ఎగబాకి, పృష్ఠతలానఉన్న సమష్టి నాడీసంధితో కలసి పోతుంది. ఉదాహరణకు తెలివి తేటలున్న ఆక్టోపస్ (Octopus) తేనెటీగలు, చీమలు మొదలగు అకశేరుకాలలో శిరమంతా, మెదడు అనే ఒకే ఒక సమష్టి నాడీసంధితో నుండి వుంటుంది. ఇతర క్లిష్టవ్యవస్థ కలిగిన మెదడున్నూ, పలు రకాల జ్ఞానేంద్రియాలతోపాటు అనేక రకాల కార్య నిర్వహణాంగాలు (Effectors) న్నూ, ఉనికిలోకి రావడంతో ఈ అకశేరుకాల ప్రవర్తన చాల అన్నతస్థాయి నందుకొన్నది. వీటిలో అభ్యసనా సామర్థ్యము (Learning) కూడ కనబడుతుంది. ముఖ్యముగా గూఢకట్టుకోవడం, సమష్టికుటుంబంగా నివసించడం, తమ నివాస ప్రాంతాన్నిగానీ, గూడునుగానీ, తమ సమష్టి కుటుంబ సభ్యులనుగానీ గుర్తించి కాపాడుకోవడం, ఒక దానితో మరొకటి

ప్రత్యేక సంజ్ఞల సహాయంతో భావాన్నివ్యక్తం చేయడం మొదలగు తెలివితేటలు మనకు తేనెటీగలు, చీమలు మొదలగు కీటకాలలో కనబడుతాయి. వాటికున్న స్వభావసిద్ధ ప్రవర్తనకు వాటి అభ్యసన సామర్థ్యము దోహదము చేయడమే దీని కంతటికి కారణము.

సకశేరుకాలలో ఈ నాడీకణ కేంద్రీకరణ మరి హెచ్చుస్థాయికి వెళ్ళి, శరీరంలో పృష్ఠతలాన నాడీదండముగా కేంద్రీకరింపబడి వుంటుంది. నాడీదండ పూర్వంతము మెదడుగా వృద్ధిచెంది కపాలంలో భద్రంగా ఉంటుంది. తక్కిన నాడీదండ భాగాన్ని వెన్ను కాపాడుతుంది. ఇదే వెన్నుపాము. ఇది మొండెములోని జ్ఞానేంద్రియాల నుండి వచ్చే సమాచార పరంపరలను తనలోని సహచర నాడీకణాల (Association Neurons) ద్వారా- తగిన కార్య నిర్వహణాంగాలకు నాడీతంతులను పంపే - నాడీకణాలకు తరలించి, వాటిద్వారా కార్యనిర్వహణాంగాలను ప్రేరేపించి తగు కార్యనిర్వహణ జరిగేటట్లు చూస్తుంది. ఇలా అది మొండెమునకు అంతటికి ఒక ప్రతివర్తనా కేంద్రంగా పనిచేస్తుంది. సకశేరుకాలలో ఈ ప్రతివర్తన అన్నది చాల క్లిష్టంగా రూపొందింది. అకశేరుకాలలో ప్రేరణకు సామాన్యంగా సమయోచితమైన కార్యనిర్వహణాంగమొకటి బదులుగా ప్రవర్తిస్తుంది. కాని సకశేరుకాలలో అలా కాక, చాల ఇతర కార్యనిర్వహణాంగాలు కూడా పాల్గొని ఈ ప్రవర్తనలో మార్పును తెస్తాయి. ఉదాహరణకు : నడుస్తున్నపుడు కుడికాలికి ముల్లు గుచ్చుకొంటే కుడికాలొకటి మాత్రమే తన ప్రవర్తనను మార్చుకోదు. కుడికాలు పైకిఎత్తి భారమంతా ఎడమకాలుపై మోపడం జరుగుతుంది. కనుక ఎడమకాలును దానికి సిద్ధం చేయడం జరుగుతుంది. ఇంతేకాక తూలితే చేతులతో పడకుండా నిలదొక్కుకుంటాము. కనుక ముల్లు గుచ్చుకొన్నచోటి నుండి నొప్పి అన్న సమాచారము కుడికాలుకే కాక, ఎడమ

కాలుకు, చేతులకు కూడా తరలించబడి, వాటిలోని సమయోచిత కార్యనిర్వహణాంగాలను ప్రేరేపించడం జరుగుతుంది. దీనికంతటికీ నాడీదండ నిర్మాణ వ్యవస్థే కారణము. ఇలాంటి క్లిష్టమైన ప్రతివర్తనల ద్వారా, మొండెములోని అన్ని భాగాల ప్రవర్తనను సమన్వయ పరచుట జరుగును. దీనికి కారణము ప్రతివర్తనా చాపములు (Reflex Arcs) క్లిష్టమవడ మొకటే కారణంకాదు. దీనికితోడు కొన్ని కార్యనిర్వహణాంగాలలో ప్రేరణప్రసరణ (Flow of Excitation) ప్రోద్బలము చెందడం, మరికొన్నింటి స్తంభించడం, పరస్పరంగా జరుగుతాయి. ఇంతే కాకుండా కార్యనిర్వహణాంగాలు తమ ప్రేరణ కారణంగా ఎలా ప్రవర్తిస్తాయో తనకు తెలిపే పద్ధతులు ఉన్నాయి. దీనివల్ల జ్ఞానేంద్రియాల నుండి వచ్చే సమాచారాన్ని బట్టి, కార్యనిర్వహణాంగాల ప్రవర్తనను మార్చడమే కాకుండా కార్యనిర్వహణాంగాల ప్రవర్తన బట్టి, జ్ఞానేంద్రియాలనుండి వచ్చే సమాచారాన్ని ఆదుపులో పెట్టే పద్ధతులున్నాయి. ఉదాహరణకు చేయిచాచుట అన్నది ఇవన్నీ జరుగుట వల్లే వీలవుతుంది. అప్పుడు కొన్ని కండరాలు వ్యాకోచించడమే కాక, మరికొన్ని కండరాలు సంకోచించాల్సి ఉంటుంది. ఏ యే కండరాలు ఎంతెంత సంకోచించాలో, ఎంతెంత వ్యాకోచించాలో అనేది అంతవరకే కచ్చితంగా జరిగితేగాని చేయిచాచలేము.

శిరములోని మెదడు మరీ క్లిష్టవ్యవస్థ కలిగి యుంటుంది. దీనికి చాల కారణాలున్నాయి. ఉన్న అనేక రకాల జ్ఞానేంద్రియాలలో, ప్రతిదానికి ఒక ప్రత్యేక భాగము మెదడులో కేటాయించబడి యున్నది. ఉదాహరణకు భంగిమము (Posture) తెలిపే జ్ఞానేంద్రియాలకు సెరిబెల్లం (Cerebellum) అన్న భాగము మెదడులో వృద్ధి చెందుతుంది. నేత్రజ్ఞానము అందుకోవడానికి దృగ్గ్రాలు (Optic lobes) అభివృద్ధి చెందుతాయి. క్షీరదము లలోని నియోకార్టెక్స్ (Neocortex) లో కూడా ఇలానే వివిధజ్ఞానాలకూ కార్యనిర్వహణాంగా

లకూ ప్రాతినిధ్యం ఇవ్వడం జరుగుతుంది. ఉదాహరణకు: వీనిలో కాలుగురించిన భాగం, కాలుకు సంబంధించిన సమాచారాన్ని అందుకొంటుంది, బదిలీ చేస్తుంది, లేదా ఇస్తుంది, లేదా మార్పుతుంది. ఈ భాగంలోనే కొంత పాదానికి, కొంత వేళ్ళకు సంబంధించి యుంటుంది. ఇలా, నియోకార్టెక్స్ లో "కాలు" ఉంటుంది, అంటే ఆశ్చర్యపడకూడదు. కాలుకు సంబంధించిన ఈ భాగాన్ని నాశనముచేస్తే కాలు పని చేయడమే మానేస్తుంది. మెదడులో ఇన్ని భాగాలుండడంవల్ల ఒక భాగాన్ని మరోభాగంతో కలపడంగానీ, సమాచారపు బదలాయించుగానీ, జరగడానికి గాను సహజర నాడీకణాలు వృద్ధి చెందుతాయి. నిజానికి మెదడులో గర్భభాగమంతా వీటి నాడీ తంతులతో నిండిఉంటుంది. మానవుని నియోకార్టెక్స్ లో కూడా ఈ సహజర నాడీకణ సముదాయమే పెచ్చుపాళ్ళలో ఉంటుంది. ముఖ్యంగా ఈ రెండు కారణాలవల్ల మెదడు, ఉన్నతస్థాయి నందుకొన్న సకశేరుకాలలో, శరీరాన్నంతటిని తన ఆధీనంలోకి తెచ్చుకొని, తన చెప్పుచేతలలో పెట్టుకొంటుంది. దీనికి తగ్గట్టు వెన్నుపాములోని ప్రతి వర్తనా చాపములు చాలవరకు మెదడులో సమయోచిత భాగాలతో సంబంధం పెట్టుకొంటాయి. వెన్నుపాములో అనేక నాడీతంత్ర స్తంభాలు (Columns) ఉండటానికీదే కారణము. కొన్ని మెదడుకు సమాచారము మోస్తే, మరికొన్ని మెదడు నుండి సమాచారం తెస్తాయి. దీనివల్ల వెన్నుపాముకు మొండెం మీద ఉన్న అధికారముకూడా, మెదడు ఆధీనతలోనికి వస్తుంది. కనుక వెన్నుపాము ద్వారా జరిగే ప్రతివర్తనలలో మెదడుకు అందిన సమాచారాన్ని బట్టి, మెదడులో ఇంతకు పూర్వము భద్రపరచిన సమాచారాన్నిబట్టి, తగు విధంగా మార్పులు తేవడం జరుగుతుంది. వెన్నుపాముకు మెదడుకు మధ్య, సన్నటి సూదితో తెలికి, రెండింటి కలిపే నాడీతంతు లన్నింటిని తెంపితే,



మెదడు తెచ్చే మార్పులు తేకుండా వెన్నుపాము ద్వారా జరిగే సామాన్య ప్రతివర్తనలు నిరామాటంగా జరుగుతాయి.

ఇలా వృద్ధిచెందిన మెదడు ఉండబట్టి, ఉన్నత స్థాయిలో నున్న సకళేరుకాలలో అభ్యసన సామర్థ్యము, ఆలోచనా సామర్థ్యము (Thinking) ఉనికిలోకి వచ్చాయి. ఈ సామర్థ్యాలవల్ల వాటి ప్రవర్తన అత్యున్నతస్థాయిలో ఉంటుంది. వీటిలో స్వభావసిద్ధ ప్రవర్తన తగ్గిపోతుంది. ఉదాహరణకు చేపలలోను, పక్షులలోను, గూళ్ళు కట్టుకోవడం, అనువైన స్థలాలకు వలస (Migration) పోవడం చాలవరకు స్వభావసిద్ధ ప్రవర్తన క్రిందే వచ్చినా, కొన్ని సంఘటనలైనా వీటి అభ్యసన సామర్థ్యాన్ని తెలుపుతాయి. పక్షులు, ఒక ఏడాది వలసపోయిన ప్రదేశానికి మరో ఏడాది కూడా పోవడం, అదే ప్రదేశమే కాకుండా అదే గూటికి కూడా పోవడం-వాసికున్న జ్ఞాపకశక్తికి, గుర్తించే శక్తికి నిదర్శనములని చెప్పవచ్చు. చేపలను పక్షులను మనము తర్ఫీదుచేస్తే, కొన్ని గట్టి సమస్యలను పరిష్కరించగలవు. కాని వీటిలో ఆలోచించే శక్తి బొత్తిగా కనిపించదు. ఇవి అభిప్రాయముద్రణ (Imprinting) వల్లనో, అలవాటు పడటం (Habituation), నిబంధయత మవడం (Conditioning), నిబంధయత మవడం (Conditioning), వల్లనో, వల్లనో, లేదా ప్రయత్నాలలో తప్పుటడుగులువేస్తూ (Trial and Error) నేర్చుకొనో సమస్యపరిష్కారాన్ని చేయగలుగుతాయి. వివిధంగా నైనాసరే పరిష్కారము జరిగితే, దాని కంటటికి కారణము ఆ జంతువుకు చేకూరిన అనుభవమూ, ఆ అనుభవము వల్ల దాని ప్రవర్తనలో కలిగే మార్పు కారణములు. ఈ మార్పునే మనము అభ్యాసమంటాము. షీరదములు-ముఖ్యంగా పిల్లలు, ఎలుకలు, కోతులు మానవులు- సమస్య పరిష్కారాన్ని వీటివల్లనే గాక, ఆలోచనా పూర్వకంగా కూడా చేయగలవు.

ఉదాహరణకు : చింపాంజీ, (Chimpanze) తన గడలో వ్రేలాడదీసిన పండ్లను, గదిలోని చక్క పెద్దెలను ఒకదానిమీద మరొకదానిని పేర్చి, వాటి మీద రెండు కాళ్ళమీద నిలబడి రెండుచేతులెత్తి అందుకోవడం, దాని ఆలోచనా శక్తికి నిదర్శనము. ఇది సాధ్యం కావాలంటే ఎన్ని జ్ఞానేంద్రియాలు, ఎన్ని కార్య నిర్వహణాంగాలు, దీనిలో పాల్గొంటున్నాయో, ఉపాించడమేకాక ఇవన్నీ, కాల, స్థాన ప్రమాణాలలో ఎలా సమన్వయ పరచడం జరుగుతుందో గుర్తించాలి ఈ సమన్వయ పరచుట నాడీకల్పిత సమన్వయము వల్లనే సాధ్యమవుతుంది.

#### మనోవికాసానికి పఠనాధారాలు

1. "Physiological Approach to Lower Animals" - by J. A. RAMSAY; Cambridge University - 1968.
2. "Animal Physiology" by KNUT - SCHMID - NIELSEN; Prentice Hall of India Private Limited; New Delhi. 1973.
3. "Animal Behaviour- Its Evolutionary and Neurological Basis- by V G. DETHIER and L. STELLAR; Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi. 1963.
4. "The Electrical Activity of the Nervous System" by M.A.B. Brazier. Macmillan company. New York. 1960.
5. "The Brain" by D. PATERSON; British Broadcasting Corporation. London. 1969.
6. "Learning and Instinct in Animals" By W. H. THORPE. Harvard University Press. 1956.

డా॥ పి. వెంకటేశ్.

# 83. చలనము

(MOTILITY)

జీవి జీవించునన్నాళ్ళు చైతన్యము చూపుతూనే ఉంటుంది. చైతన్యరహితమైనదాని మృత కళే బరమే ఉంటుంది. జీవనమునకు, చైతన్యానికి ఇంత దగ్గర సంబంధమున్నదనడానికి ఇదే తార్కాణము. ప్రతిజీవి, ప్రతి కణము ఈ చైతన్యాన్ని పలురకాలుగా చూపుతుంది. ఈ రకాలలో చలన మొకటిగా పరిగణింపవచ్చు. జీవమున్న ప్రతిదీ ఏదో ఒక విధమైన చలనమును- ఎల్లప్పుడు కాక పోయినా, అప్పుడప్పుడూ- అన్నిదశలలో కాక పోయినా ఏదో ఒక దశలోనైనా సరే-చూపుతుంది. కనీసం కణవిభజన జరిగేటప్పుడన్నా కదలికలు తప్పవు. క్రోమోజోమ్లు ద్రవాలకు తరలడం జరుగుతుంది. కణస్థాయిలో ఈ కదలికలు ముఖ్యముగా రెండు రకాలు: 1. కణము కదలక, కణము లోని కణపదార్థము కదులుతుంది. ఇట్టి వానినే కణ పదార్థ ప్రవాహాలు (Cytoplasmic streaming) అంటారు. వృక్షకణాలలోను, ఏకకణజీవుల దేహాలలోను వీటిని గమనింపవచ్చు. వీటిని ఎంతోమంది చూచి వర్ణించారేకాని, అవి యెలా సంభవిస్తున్నాయో స్పష్టంగా తెలుసుకోలేక పోతున్నారు. 2. కణమే ఒక స్థానం నుండి మరో స్థానానికి తనంతలాను మారుతుంది. దీనినే స్థానచలనము అంటారు. స్థాన చలనము నాలుగు కారణాలవల్ల జరగవచ్చు: (i) అమీబా (Amoeba) వంటి జీవులలో మిథ్యా పాదాలు ఏర్పడటంవల్ల స్థానచలనం జరుగుతుంది. (ii) అనేక ఏకకణజీవులలోను, శుక్ల కణాలలోను, డింబక దశలలోను. నిమ్నజాతి మొక్కలలోను, మొక్కల బీజకణాలలోను, శైలికముల (Cilia) లేదా కళభముల (Flagella) కదలికంవల్ల స్థాన

భ్రంశము జరుగుతుంది. (iii) జంతువులలో చాల వరకు కదలికలు కండరకణాలవల్ల జరుగుతాయి. అసలు జంతుకణాలలో సంకోచ వ్యాకోచ సామర్థ్యము కొంతన్నా ఉంటుంది. (vi) పీండాభివృద్ధి తొలి దశలలోను, కణసంవర్ధనము (Culture) లోను దీనిని గమనింపవచ్చు. ఈ సామర్థ్యాన్ని పెంపొందించుకొని, కొన్ని కణాలు కండర కణాలుగా రూపొందాయి.

ఈలాంటి కణాలు మొక్కలలో లేవనే చెప్పవచ్చు. ఈ కారణంగా జంతువులలో మనకు కనిపించినంతగా, మొక్కలలో స్థాన చలనము కానరాదు. మొక్కలలో మనకు కనిపించే కదలికలెల్లా ఎదుగుదలవల్లకానీ, ద్రవపీడన తారతమ్యాలవల్లకానీ కలుగుతాయి. మొక్కలు వాటి ఆహార పదార్థాలను అవే సంయోజించుకోగల సామర్థ్యము సంపాదించుటవల్ల, స్థానభ్రంశము చెందునవసరము లేకపోయింది. జంతువులు తమ ఆహారాన్ని వెదకి సంపాదించుకోవలసి యుండటంవల్ల స్థానచలనం అవసరమై, కండర కణాలను రూపొందించుకొన్నాయనడం సమంజసమే.

అసలు ఈ సంకోచన వ్యాకోచన సామర్థ్యము వల్లనే ఆమీబావంటి ఏకకణజీవులు మిథ్యాపాదాలను వేయగలుగుతున్నాయి. మిథ్యాపాదము వేయవలసిన చోట జెల్ (Gel) స్థితిలో ఉన్న కణపదార్థము సాల్ (Sol) స్థితిలోకిరాగా, అది ద్రవరూపం దాల్చుతుంది. అవతలి కొననుంచి, చుట్టూ జెల్ స్థితిలో అంచునున్న కణపదార్థము సంకోచించి, సాల్ స్థితిలో మధ్యనున్న కణపదార్థాన్ని అదుము

తుంది. ఈ కారణంగా జేల్, స్థితినుండి సాల్ స్థితి కొచ్చినచోట, సాల్ స్థితిలోని కణపదార్థము ముందుకు పొడుకుకొస్తుంది. ఇలా కాకపోయినట్లయితే ముందుకు సాగవలసిన దిక్కున, ఆంతర్య కణపదార్థము సంకోచించడంవల్ల, దీని వెనుకనున్న కణపదార్థమంతా ముందుకు జారబడుతుంది. మరో విధంగా కూడా అమీబాలో స్థానచలనం జరగవచ్చు. జేల్ స్థితిలో ఉన్న కణపదార్థమును ఆధారముగా చేసుకొని, కొంతశక్తి వ్యయమొనర్చి, సాల్ స్థితిలో ఉన్న ఆంతర్య కణపదార్థము సాగవలసిన దిశలో జారుతుంది. ఈ మూడు పద్ధతులలో ఏపద్ధతి ననుసరించి స్థానచలనం జరిగినా సంకోచన వ్యాకోచనములుగానీ, జారుడుగానీ, శక్తి వ్యయముగానీ జరుగుతుందని గమనించాలి.

ఇలాగే శైలికల, కళభాల, కదలికలవల్ల జరిగేచలనంలో కూడా, సంకోచ వ్యాకోచాలు, శక్తివ్యయము సంభవిస్తాయి. శైలికమైనా, కళభమైనా, వాని సూక్ష్మ నిర్మాణము మట్టుకు ఒకటే. పామాన్యంగా ఒక జత మధ్యసూక్ష్మ తంతువులు, వీటి చుట్టూ 9 పరిధితంతువులు ఉంటాయి. ఈ తంతువులలో ప్రచోదపు (Impulse) తరలింపు సామర్థ్యము, శక్తి వినియోగము ద్వారా సంకోచ వ్యాకోచ సామర్థ్యము ఉన్నట్లు తెలియవచ్చినది. ఈ సామర్థ్యాలవల్ల శైలికలు, కళభాలు కదలగలుగుతున్నాయి. శుక్లకణాల కళభాలలో సంకోచ, వ్యాకోచ సామర్థ్యములను కలిగిన స్పెర్మోసిన్ (Spermosin) అన్న పదార్థం ఉన్నట్లు తెలిసింది. ఇది తెడ్డులాగా, ప్రొపెల్లర్ (Propeller) లాగా కదలడంవల్ల జీవి స్థానభ్రంశము చెందుతుంది.

ఉన్నత జీవులలో ఈ సంకోచ వ్యాకోచ సామర్థ్య ప్రచోదనపు తరలింపుసామర్థ్యము కండర కణాలలో మరి అభివృద్ధిచెంది, కండర కణాలవలననే అన్ని విధములైన చలనాలు సంభవిస్తున్నాయి.

కండర కణాలు వ్యక్తిగతంగా కదులుతూకారంలో ఉండవచ్చు; లేదా ఇవి కొన్ని కలసి ఉమ్మడి కణంగా పొడుగుగాటి స్థూపాకారపు పోగులుగా ఉండవచ్చు. అన్నవాహిక, గర్భకోశము, మూత్రాశయము మొదలగు వాటిలో వేర్వేరుగా కదులుతూకారంలోని కండర కణాలుంటాయి. వీటికి అద్భుత చారలు లేనందున వీటిని నునుపు కండరాల్నో లేదా చారలు లేని కండరకణాలనో అంటారు. వీటిలో సంకోచ వ్యాకోచాలు, వాటంతటవే వేరే చోటినుంచి ఏ మాత్రము ప్రోద్బలము లేకుండానే, జరుగుతుంటాయి. ఇలాంటి కండర కణాలను 'పేసిజెన్టిక్' (Myogenic) కండరకణాలంటారు. వీటి సంకోచ వ్యాకోచాలు చాలవరకు మన ఆధీనంలో ఉండవు. వీటిని అనియంత్రిత (Involuntary) కండరాలంటారు. వీటి సంకోచ వ్యాకోచాలు రయబద్ధం (Rhythmic)గా ఉంటాయి. కనుకనే అన్నవాహిక, గర్భకోశము, మూత్రాశయము మొదలగు నాళములలో పరిబద్ధిత (Peristaltic) సంకోచ వ్యాకోచాలు జరుగుతాయి. సముద్రంలో అలలలాగ సంకోచము ఒకచోట ఆరంభమై, నాళం ఒక కొననుండి మరో కొనకు, వ్యాపిస్తుంది. దీనివల్ల నాళములోని ఘన, ద్రవ పదార్థాలు తరలింపబడతాయి. వీటికి ఒకసారి సంకోచించి వ్యాకోచించడానికి పట్టే కాలవ్యవధి (Twitch time) ఎక్కువ. ఒకసారి సంకోచించి, మరొకసారి సంకోచించడానికి, తేరుకోవడానికి కావలసిన కాలవ్యవధి (Refractory Period) చాల తక్కువ. ఇవి అంతసులభంగా ప్రేరణ చెందలేవు. హార్మోనులు వీటిమీద చాల ప్రభావము చూపుతాయి. శరీరకుహరంలోని మెత్తని అంగాలన్నింటి కదలికలు ఈ కండర కణాలవలె జరుగుతాయి.

ఆజన్మాంతము ఆగకుండా కదులుతూ కొట్టుకొంటూఉండే, కండర కణాల సమూహమే 'గుండె'. గుండెలోని కండర కణాలకు కొన్ని

ప్రత్యేక లక్షణాలుంటాయి. సకశేరుకాలలో, శరీరంనుండి వేరుచేసిన తర్వాత కూడా, గుండె కొట్టు కొంటూనే ఉంటుంది. సంకోచము కండరజనిత మవడమే దీనికి కారణము. నునుపు కండరాల, హృదయ కండరాల, సంకోచ వ్యాకోచాలు స్వాయత్త (Autonomic) నాడీ మండలముద్వారా త్వరితం చేయడం (Accelerate), మెడదునుండి వచ్చే వేగస (vagus) నాడిద్వారా నిగ్రహించడం జరుగుతుంది.

కదలికల విషయంగా అతి ముఖ్యమైనవి అస్థి కండరాలు (Skeletal muscles). ఇవి అస్థికం నుండి బయలుదేరి అస్థికలమీద అంతమవుతాయి. దీని ఫలితంగా వీటి సంకోచమువల్ల ఒక ఎముక ఆధారమున, మరో ఎముక కదులుతుంది. ఈ సంకోచమువల్ల, ఎముకలు రెండూ దగ్గర కొన్నే, కండరాన్ని ఆకోచకము (flexor) అనీ, దూరం చేస్తే ప్రసారకము (extensor) అనీ అంటారు. శరీరానికి దగ్గర చేర్చేదానిని ఉపచాలకము (Adductor) అనీ, దూరం చేసే దానిని ఆపచాలకము (Abductor) అనీ అంటారు. ఉదాహరణకు మోకాలును వంచాలంటే, ఒకటి రెండు కండరాల సంకోచము మాత్రమే చాలదు. పంచడానికి కండరాలు ఎల్లప్పుడూ సంకోచిస్తాయనే అనుకోవడం పొరపాటు. మోకాలు వంచడానికి పలుకండరాలు ఒక జట్టుగా పనిచేస్తాయి. ఈ జట్టులో కొన్ని సంకోచిస్తే, మరికొన్ని వ్యాకోచించవలసి వస్తుంది. అంటే ఇందుకొన్ని ప్రతిపక్షం (antagonistic)గా పనిచేస్తాయి. కొన్ని అనుకూల పక్షం (synergistic)గా పనిచేస్తాయి.

సంకోచ వ్యాకోచాలు కండర కణాలలో ప్రత్యేకంగా అభివృద్ధిచెంది ఉండడానికి, వీటిలోని మయోసిన్ (Myosin), ఏక్టిన్ (Actin) అన్న ప్రోటీనులు కారణము. కండరకణాలనుండి వీటిని

వేరుచేసి కలిపితే ఎక్టోమయోసిన్ (Actomyosin) గా ఉంటాయి. దీనిని పొటాసియం క్లోరైడ్ (Potassium chloride) ద్రావణంలో పోస్తే, అది పోగులా ఏర్పడుతుంది. దీనికి, అడినోసిన్ ట్రి ఫాస్ఫేటు (Adenosine Tri - Phosphate) రూపంలో శక్తిని అందిస్తే, సంకోచవ్యాకోచాలు కలుగుతాయి. ఈనాడు ఉన్నత జీవులలో ఎన్నోరకాల చలనాలు జరుగగలుగుతున్నాయంటే, దీని కంతటికి ఎక్టోమయోసిన్ కారణము. మనము తిన్న తిండి జీర్ణమండలం ద్వారా తరలడానికి గానీ, కంటిగుడ్డు అటు ఇటూ కదలడానికిగానీ, ఊపిరి పీల్చడానికిగానీ, రక్తప్రసరణ జరగడానికిగానీ ఇదే కారణము. మన చేతివేళ్లు చూపించే కదలికలోని నైపుణ్యమంతా ఈ కండరకణాలవల్లనే సాధ్యమవుతుంది. ఈ నైపుణ్యము వలననే మానవుడు పనిముట్లను ఉపయోగించడంలో, అగ్రగణ్యత వహించగలిగాడు. తద్వారా మానవుని నాగరికత ఈ స్థాయికి వచ్చింది. ఆ నాగరికతకు ముఖ్యకారణాలలో, చేతివేళ్ళకు కండరాలిచ్చే కదలికలోని నైపుణ్యతకూడా ఒకటంటే అతిశయోక్తి ఏమాత్రము కాదు.

#### మనోవికాసానికి పఠనాధారాలు

1. "The Living cell," - Readings from Scientific American; W. H. Freeman and Company; San Francisco. 1965.
2. "Animal Physiology" - by KNUTSCHMIDT-NIELSEN. Prentice Hall of India Private Limited; New Delhi. 1973.
3. "Cell Physiology" - by A. C. GIESE. W. B. Saunders company. 1968.

4. "Human Body - Its Anatomy and Physiology" - by C. H. BEST and

N. B. TAYLOR. Henry Holt and Company. New York. 1956.

డా॥ పి. వెంకటేశ్.

## 84. జంతువులలో వార్ధక్య సంక్రమణము

[AGING]

జీవి అన్నతర్వాత దానికి జనన మరణాలు తథ్యములు. జననము ద్వారా జీవి జీవము పోసు కుంటుంది. మరణము ద్వారా దానిని పోగొట్టు కుంటుంది. ఇదే లేకుంటే అది జీవరహిత పదార్థమే అవుతుంది. ఒక జీవి జనన మరణముల మధ్యకాల కాలపరిమితిని జీవన విస్తృతి (Life Span) అంటారు. ఈ జీవన విస్తృతి జీవజాతినిబట్టి మారు కుంటుంది. ఉదాహరణకు ఆ విస్తృతియే కీటకానికి (May-Fly) ఒకరోజు తే, చెదవురుగుంకు (Termites) 25-60 సంవత్సరాలున్నది. సైలూరస్ గ్లానిస్ (Silurus Glanis) అన్న చేపకు 60 సంవత్సరాలైతే, మానవునికి 118 సంవత్సరాలున్నది; కనుక కొన్ని జీవజాతులలో మరణము త్వరలోను, మరి కొన్నింటిలో ఆలస్యముగాను సంభవిస్తుంది.

అసలు మరణమెందుకు సంభవించాలి? ఒక మాటలో చెప్పాలంటే వార్ధక్యమే దీనికి కారణము. వార్ధక్యమన్న దాన్ని నిర్వచించడం అతి కష్టమని పించి, పలువురు పలువిధాలుగా దాన్ని విశదీకరించారు. ప్రస్తుతానికి ప్రతీకృతియోగదశాంతరము, అనగా జీవిలో కలిగే మార్పులలో ఆయువు షీడింగుటకు దోహదము చేయువాటి సమ్యేకనమే, వార్ధక్యము అని చెప్పుకొంటేచాలు. ఈమార్పులన్నీ, కాలము తెచ్చే మార్పులని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. ప్రతీకృతియోగ పూర్వము కూడా కాలము తెచ్చే

మార్పులు లేక పోలేదు. కావి అవి ఎంతమాత్రమ జీవి ఆయువు షీడింగు జేస్తాయో చెప్పడం కష్టము

ప్రతి జీవజాతికి ఒక నిర్దిష్ట జీవన విస్తృతి అంటూ ఉండడం, కొన్ని వంశాలలో ఇది క్రమేణ తరగడం, మరికొన్ని వంశాలలో పెరగడం, చాల జీవజాతులలో పుంలింగంలో తక్కువగానూ, స్త్రీ లింగంలో ఎక్కువగానూ ఉండటం గమనించి తరువాత, కాలం తెచ్చే మార్పులు జీవపదార్థాని స్వభావసిద్ధ మైనవేననీ, అవి జన్య పదార్థంతో ఇమిడి ఉన్నవనీ చెప్పవచ్చు. అనిశ్చితమై పెరుగుదల కల జంతువుల (ప్రాము, చే మొదలగు వీనిలో) వార్ధక్యపు మార్పులు అం స్పష్టంగా కనిపించకపోవడం వల్లనూ, తిండిద్వారా పెరుగుదలను పరిశోధనాత్మకంగా తగ్గించిన పరి తిలో ఎలుకవంటి జీవియొక్క జీవనవిస్తృతి పెర డంవల్లనూ, అత్యధిక పోషణ ద్వారా అనవసరం బరువు పెంచిన మానవుల ఆయుర్దాయము తక్కు వగా యుండటంవల్లనూ, పెరుగుదలకూ వార్ధక్యాని సన్నిహిత సంబంధం ఉన్నట్లు తెలుస్తుంది. ఇలా జీవావరణలోని ఉష్ణోగ్రత, వికిరణము (Rad ation) లాంటి శక్తులకూ వార్ధక్యానికి సంబంధం ఉన్నట్లు పరిశోధకులు తెలియజేశారు. కన వార్ధక్యానికి, జీవావరణ కారకాలు కూడా ఉన్నా చెప్పాలి.

ముఖ్యంగా ప్రతీకృతియొగ దశాంతరమున కలుగు వార్ధక్యపు మార్పులపల్ల జీవికున్న జీవన సామర్థ్యం తగ్గడం, తద్వారా క్రమేణా మృత్యు ముఖాన పడిపోవడం జరుగుతుంది, వార్ధక్యపు మార్పులకు గురి అవుతున్న జీవి, తన దేహాంతర్యంలోగాని అవరణలోగాని ఏర్పడే మార్పులకు, అనుగుణం (Adapt) చెందలేక పోతుంది. అనుగుణం చెందగలిగినా అందులకు ఎక్కువ కాలం తీసుకొంటుంది. విరామస్థితిలోని జంతువు మళ్లిన జీవి, రక్తపు ఆమ్లశీలత, చక్కెరస్థాయి మొదలగు వాటిలో వయసులో ఉన్న జీవిని పోలి యుండవచ్చు, కాని ధర్మ నిర్వహణలో పాల్గొను నపుడు వారి మధ్య వాటి వ్యత్యాసాలు బయట పడతాయి. ఉదాహరణకు వయస్సు మళ్లిన మానవునికి అతని రక్తసిర ద్వారా గ్లూకోజ్ (Glucose)ను ఎక్కించినపుడు, అతని రక్తపు చక్కెర స్థాయిలో ఏర్పడే మార్పును సవరించుకోవడానికి వయస్సులో ఉన్నవానికన్న ఎక్కువకాలం అతడు తీసుకొంటాడు. అవయవాలకున్న శరీరధర్మ నిర్వహణాసామర్థ్యంలో తరుగుదలే దీనికి కారణము. ఉదాహరణకు నాడీ ప్రసరణ వేగము, మూత్ర పిండాల విసర్జన క్రియాశీలత, బీజకోశాల అంత స్రావ చాతుర్యము, మూల జీవనక్రియ మొదలగునవి, వయసుమళ్లిన వారిలో, వయస్సులో ఉన్న వారికన్న తక్కువగా ఉంటాయి. అవయవాలలోని క్రియాంశముల సంఖ్య, క్రియాశీలత తగ్గుతుంది. ఉదాహరణకు వయస్సు మళ్లతున్న కొద్దీ క్రియాశీలత కలిగిన కణజాలం తగ్గిపోవడం తద్వారా మూల జీవన క్రియాశీలత తగ్గడం గమనించారు. అలాగే మూత్రపిండాలలోనూ, కండరాలలోనూ క్రియాంశములు తగ్గుతాయని కణజాల పరిశోధనా పద్ధతుల ద్వారా చూపించారు. అసలు శరీరభారమే తగ్గుతుంది. కణజాలస్థాయిలోనే కాకుండా, కణ స్థాయిలో కూడా వార్ధక్యపు మార్పులు కలుగవచ్చు.

పుథక్కరణ (Isolated) చేసిన ఎంజైముల క్రియాశీలతలో గానీ, మైటోకాండ్రియముల (Mitochondria)లోగానీ ఏమార్పు కనబడకున్నా, కణాన్ని ప్రమాణంగా తీసుకొంటే, వార్ధక్యకారణంగా లోటు కనిపిస్తుంది. కణాంతర్యంలోనే కాక, కణ బాహ్య మాత్రికా ఆధార పదార్థములలో కూడా, వార్ధక్యము పలు మార్పులు తెస్తుంది. ఉదాహరణకు వయస్సు మళ్లిన షీరదమునుండి తీసిన కొల్లాజన్ (Collagen), తక్కువ ద్రావణీయత కలిగి యుంటుంది. వయస్సు మళ్లిన మానవుని చర్మము గానీ, రక్తనాళాలుగానీ అంతగా సాగజాలవు. కాల్షియం (Calcium), కొలెస్టరాల్ (Cholesterol), మరికొన్ని వర్ణపదార్థాలు కణాంలో, వయస్సు మళ్లినకొద్దీ, పేరుకొంటాయి.

వార్ధక్య కారణంగా మార్పులు కణాలలో తేబడినా, అవి అంత సమున్నతముగా (Prominent) గానీ, లాత్పర్య పూర్ణంగా (Significant) గానీ గోచరించవు. అవయవ స్థాయిలో, ముఖ్యంగా కార్యనిర్వహణలో, జీవి స్పష్టంగా కనిపిస్తాయి. నాడీ మండలమునకు, అంతస్రావ మండలాలకున్న క్రమబద్ధ నిర్వహణ సామర్థ్యము షీజించుట దీనికి కొంత కారణము. అలాగయితే, అవయవాలు లేని వికణజీవులలో వార్ధక్య మార్పులుంటాయా అన్న సందేహము కలుగుతుంది. వెయిస్మెన్ (Weismann) పరికల్పన ప్రకారము, ప్రతి జీవిలో బీజ ద్రవ్యము, శరీరద్రవ్యము అని రెండు భాగాలు ఉంటాయి. బీజద్రవ్యము ఒక తరంనుంచి మరో తరానికి పోతూ అవినశ్యరంగా ఉంటుందనీ, దీనిని కాపాడే నిమిత్తం శరీరద్రవ్యము ఒక్కొక్క జన్మలో ఒక్కొక్క కొత్త కాయముగా ఏర్పడి మృత్యుముఖాన పడుతూ ఉంటుందనీ వెయిస్మెన్ పేర్కొన్నాడు. దీనిని బట్టి వార్ధక్యపు మార్పులు బీజద్రవ్యంలో ఉండవనే చెప్పాలి. ఈ ధోర్ణణిని అనుసరిస్తే వికణ జీవులలోనూ, కణసంవర్ధనాల

(cell cultures) లోని వ్యక్తిగత కణాలలోనూ మృత్యువన్నది లేనేలేదని చెప్పాలి. ఇవి కొంత ఎదగగానే, ఒకటి రెండు పిల్లజీవులుగానో, రెండు పిల్లకణాలుగానో విభజన చెందడమే దీనికి కారణము. వీటికి మృత్యువు రాదని చెప్పవచ్చునేగాని, వీటిలో వార్ధక్యపు మార్పులు రావని చెప్పలేము. ఉదాహరణకు ఒక్క పారమీసియం (Paramecium) ను కొన్ని తరాలవరకు సంవర్ధనము చేయగా, అలింగ పద్ధతిన పెరిగిన దానిసంతతిలో, ఊత సూచించే చిహ్నాలు పొడచూపి క్రమేణా సంతతి అంతా ఊజిస్తుంది. కణాలను చాల సంవత్సరాలుగా సంవర్ధనము చేయగలిగినా, సంవర్ధనారంభమున ఉన్న కణాలు, కొన్ని సంవత్సరాల తర్వాత, సంవర్ధనంలో ఇంకా ఉన్నాయనడానికి నిదర్శనములు లేవు. కనుక కణసంవర్ధనములోని కణసమూహానికి మృత్యువు దూరమైనా, వ్యక్తిగత కణముమాత్రము వార్ధక్యానికి గురియై మృత్యుముఖాన పడక తప్పదనిపిస్తుంది.

కణాలలో అసలీ వార్ధక్యపు మార్పులెందుకు కలగాలి? దీనికి కారణాలు తెలియకపోగా, పలు రకాల వాదాలు పండితలోకంలో కనబడుతున్నాయి. కొన్ని వాదాలకు, కణనిర్మాణాలకు స్థిరత్వము లేదు అన్న అంశే ఆధారము ఉదాహరణకు డీఆక్సి రైబో కేంద్రకాష్టము, మైటో కాండ్రీయనులు మొదలగునవి వాటి సహజత్వాన్ని, కాల క్రమేణా, కోల్పోవచ్చు. శారీరక కణాలలోని క్రోమోజోమ్లలో అపసవ్యపు మార్పులు కలుగవచ్చు. కాలక్రమేణా కణాలలో కొన్ని బహిష్కరింపలేని ప్రతిబంధక పదార్థాలు ప్రోగుకావచ్చు. మరికొన్ని ప్రతిపాదనలు జీవాభివృద్ధి సందర్భంగా సంభవించే పెరుగుదలకు, కణ విభేదనము (Cell differentiation) లకు పరిహారమే ఈ వార్ధక్యమని తెలుపుతున్నాయి. విభేదన కారణంగా,

కణాలు తమకున్న ప్రతీకార సామర్థ్యాన్ని కోల్పోవడంతో అవి, ఒక్కొక్కప్పుడు కాకపోయినా మరొక్కప్పుడు, ఊజించక తప్పదు. కణాల మధ్య ఉన్న సంబంధము, పరాధీనతల ఆధారంగా మరికొన్ని ప్రతిపాదనలు సూచించబడ్డాయి. ఒకే పదార్థం కోసము పరురకాల కణాలు పోటీపడటంతో, ఒక రకం అంతస్రావ ప్రభావానికి గురి కావలసిన కణాలలో వాటికున్న చైతన్య సూక్ష్మతలో తేడాలు రావడంతో, కణాలు ముందు వెనుకలుగా ఊజించక తప్పదు.

నవయౌవనంలోనే ఉండిపోవాలన్న మానవుని చిరకాల వాంఛ తీరాలంటే, వార్ధక్యానికి అసలు కారణాలేంటో తెలుసుకోక తప్పదు. మానవుడు ఏదో ఒకనాటికి వీనిని తెలుసుకొంటాడని ఆశీర్వాదము.

### మనోవికాసానికి పఠనాధారాలు

1. "Problems of Aging" - by N. W. SHOCK - Transactions of the 15th Conference, Josiah Macy Jr. Foundation, New York. 1954.
2. "Aging - Some Social and Biological aspects" - by N. W. SHOCK; Publication No. 65 of the American Association for the advancement of Science; Washington D. C. 1960.
3. "Tissues, Cells and Aging" - by B. L. STREHLER. Academic Press, 1962.
4. "Problems of Aging" - by H. J. LOETHER. Dickenson publishing Company; Belmont. 1967.

# 85. వృక్ష వార్ధక్యము

(Aging in Plants)

ప్రకృతిలో త్వరితగతినీ జరుగుతున్న తీవ్రమైన మార్పుల కనుకూలంగా, వృక్షాలు దీర్ఘాయువు కలిగి ఉన్నాయి. అల్పాయువులైన మోనోకార్పిక్ (Monocarpic) మొక్కలలో వాటి వార్ధక్యము, మరణము పుష్పఫలాదుల నిర్మాణముపై ఆధారపడి, ఉంటుంది. బాహ్యప్రేరణవల్లగానీ అంతరంగిక పారంపర్య చర్యవలనగానీ ఒక ప్రత్యేక అంగములో లేదా కణజాల సమూహంలో వార్ధక్యము తటస్థిస్తుంది. కేంద్రకాష్టము వలనను, ప్రోటాన్ జీవనక్రియలను క్రమపరచు హార్మోనుల వలనను ఈ మార్పు జరుగుచున్నది. రెండురకాల పత్ర వార్ధక్యము వల్ల ఈ గుణమును విశదీకరింపవచ్చును. హార్మోనులవలనవృక్షములలో వార్ధక్యమును తిరోగమింప చేయవచ్చునని పరిశోధనల ఫలితంగా తెలియవచ్చింది. దీనివలన జీవశాస్త్రాభివృద్ధికి వార్ధక్య విషయ పరిశోధన అతిప్రాముఖ్యమైనదని గోచరిస్తుంది.

ఏకకణ బహుకణ జీవులలోనూ, వృక్షములలోనూ జీవన చర్యలు మరణముతో అంతమవుతాయి. వృక్షము పూర్తిగా మరణించులోపల, దాని అంగములు, కణములు మరణించుచున్నవి. అగ్రకణజాలపు చురుకుదనపు ఫలితంగా వృక్ష ఊర్ధ్వభాగము, దీర్ఘకాల పిండదశను కలిగియుంటుంది. పురాతన భాగాలలో, పార్శ్వ భాగాలలో, ముఖ్యంగా పత్రపుష్ప ఫలాదులలో, అదే సమయమున వార్ధక్యము, మరణము సంభవిస్తాయి. చాలా మొక్కలలో ఆవయవ షీజత, ఋతువుల మార్పులపై ఆధారపడి, ప్రతి సంవత్సరము ప్రకాండ వ్యవస్థలోని భాగములు షీజించును. వృక్షములలో

ఈ షీజత (వార్షిక షీజత - Annual loss) ఎక్కువగా పార్శ్వభాగములలో ఉండును. బహువార్షిక గుల్మములలో (ఉదా : రూమెక్స్, అర్చికాటెరీడియం ) భూ ఉపరితల ప్రకాండ వ్యవస్థ నశించిపోవును. వార్షిక జాతులలో, పుష్పించి ఫలము లేర్పడిన తరువాత, విత్తనము తప్ప మిగిలిన మొక్క నశిస్తుంది. వార్షిక క్రమముపై ఆధారపడి మొక్కలకు ఈ మరణము సాధారణము.

మరణమునకు ముందు అంగాలలోగానీ వృక్షములోగానీ కలుగు క్రమమైన షీజతను వార్ధక్య మంటారు. వార్ధక్యమును అంగ వార్ధక్యము, మొక్క వార్ధక్యము అని రెండుగా విభజించ వచ్చును. చాలా మొక్కలలో పత్రాలు నిర్ణీత జీవనపరిమితిని కలిగి ఉంటాయి. అందుచే ప్రకాండ పత్రములు క్రమముగా వార్ధక్యము నొంది మరణించి, రాలిపోతాయి. ఈ విధమైన వార్ధక్యమును అనుక్రమ వార్ధక్యమంటారు. సమశీతోష్ణ మండలాలలో, శీతాకాలములో, ప్రతి సంవత్సరము ఆకులు రాలిపోతూ వృక్షముల పత్రములందు “ఏకకాల వార్ధక్యము” సంభవిస్తుంది. ఇది అనుక్రమ వార్ధక్యమునుండి, వేరుచేయబడింది. రసయంత, రసరహిత, ఫలములలో ఏకదశలో ఘనవార్ధక్యమును చూడవచ్చును. రసయంత ఫలపక్షదళ క్షిప్తమైన చర్య. ఇది రసయంత ఫలముల వార్ధక్యమునకు, కణజాల షీజతకు దారి తీస్తుంది.

కణజాలమును గురించి తెలుసుకొనుటకు ముందు, సంవత్సరమున కొకసారి పుష్పించి, ఫలించి, మరణించు మోనో కార్పిక్, ఏక వార్షిక,



ద్వి వార్షిక మొక్కలకునూ, అనేకమార్లు పుష్పించి ఫలించు పాలీకార్పిక్ మొక్కలకునూ మధ్యనున్న భేదము తెలుసుకొనుట ముఖ్యము. ఈ విధముగా మోనోకార్పిక్ మొక్కలందు మరణము పునరుత్పత్తిపై ఆధారపడినది. ఇది పారంపర్యచర్య. పాలీకార్పిక్ మొక్కలలో సాధారణముగా మరణము పునరుత్పత్తిపై ఆధారపడి ఉండదు. ఈ మొక్కలలో జీవన పరిమాణము వివిధములుగా నుండును. ఇవట కణ, అంగ, వృక్ష జీవన పరిమాణమును నిర్ణయించునది వారసత్వగుణము. విత్తనముల జీవితము, కణములోని క్రోమోజోముల ఊత వలన నిర్ణయింపబడుచుంది. కొన్ని కణజాలములలో (ఉదా: దారునాళాలు) మృదుకణ జాలము జీవించి దీర్ఘాయువు కలిగియున్నను, ప్రక్కనున్న కణజాలము జీవరహితమగును. దారునాళ మేర్పడునపుడు ప్రోటోప్లాస్ట్ లో జరుగు మార్పు వార్ధక్యము పొందు అంగమందలి కణాల్లో జరగవచ్చును. ఉదా - పత్రము, కణము, మొక్క పెరుగుదల, రిక్తికము లేర్పడుట, కణక్షీణతను సూచింపవు. అందుచే వృక్షమందలి ద్రవ్యరేఖ మృదుకణాలు కలిగి ఉండును. కావున వార్ధక్యమును, మరణమును ఒక్క కణమునకు సంబంధించిన వనుట కంటే, ఒక ప్రాణిలో గానీ ఒక అంగములో గానీ ఉండు పరిస్థితులపై అవి ఆధారపడి ఉండుననుట సమంజసము.

ఉదా:- అనుక్రమ పత్ర వార్ధక్యము పత్రమునకును, పెరుగుచున్న ప్రకాండమునకును మధ్యజరుగు పోటీ ఫలితముగా సంభవిస్తుంది. పత్రము వృక్షమున కున్నప్పటికంటే, వృక్షము నుండి వేరుచేసి పత్రముయొక్క తొడిమకు వేరులు వృద్ధిచెందునట్లు చేసినచో ఆ పత్రము చిరకాలము జీవించును. ఈ విధముగా ఒక అంగముయొక్క వార్ధక్యము వృక్షముయొక్క అధీనములో యుండును, అంతేకాని అంగముయొక్క కణము

లందు కాదని తెలుస్తోంది. కొన్ని అంగాలలో ఇది పారంపర్య చర్యవలన అన్వయించుకొన్నగుణము. ఇది వృక్షము యొక్క ఆధ్వర్యము నందుండదు. పుష్పము, ఫలములు వృక్షములపై నున్నను వేరు చేసినను వార్ధక్యము పొందుచుండుట వలన కణమందలి పారంపర్య గుణమే ఈ వార్ధక్యమునకు కారణమని తెలియుచున్నది.

అంతర ప్రభావములే గాక, బాహ్య కారకాలు గూడా వార్ధక్యముపై ప్రభావము చూపుచున్నవి. ఉదా: అనావృష్టి, ఖనిజలవణాల లేమి, కాంతి తీవ్రత (Light intensity), పగటి కాంతి (Day light), వ్యాధి (Disease) మొదలగునవి. ప్రస్తుతము అంతర ప్రభావముల గురించి తెలుసుకొందాము.

### జీవశాస్త్రమున వార్ధక్యముయొక్క ప్రాముఖ్యము

మోనోకార్పిక్ మొక్కలలోని వార్ధక్యము వంశ పారంపర్య చర్యలనుట సరివినదే ఐనవిధం, ఇది ప్రకృతివరణము (Natural Selection) ఫలితమనవచ్చును. ఈ ప్రకృతివరణంవల్ల వార్షిక మొక్క అనేక లాభములు కలుగుచున్నవి. వార్షిక మొక్క, ప్రకాండముతో సహా, మరణిస్తుంది. కాని పాలీకార్పిక్ మొక్కలలో ఒక్క ఫలము మాత్రమే వార్ధక్యము చెంది, ప్రకాండము యథావిధిగా ఉంటుంది. పరిపక్వదశలో వార్షిక మొక్కలలోని ప్రోటీనులు విచ్ఛిన్నము చెంది, ఎమైనో ఆమ్లములుగా చూరి, ఆకులనుండి విత్తనములలోనికి సరఫరా అయి ఆచట ఉపయోగపడును. ఉదా:- ఓటు (Oat)లో వృద్ధాప్యము పొందుచున్న పత్రములోని నత్రజని, ఫలములోనికి సరఫరా అయి, అక్కడ నిలువ ఉంటుంది. ఈ విధంగా వార్ధక్యము పొందుచున్న అంగాలలోని పోషకపదార్థాలు విలువైన నిలువలుగా, మిగత మొక్కకు ఉపయోగపడుచున్నవి. ఆకులు రాల్చు మొక్కలలో ఈ నిలువలు

ప్రకాండమునందు జరుగును. అంతేకాక, ఈ మొక్కలలో బాష్పోత్పేకము, ఆకులు రాలిపోవుట వలన తగ్గిపోవును. నీరు దొరకని ఋతువులో, ఈ విధమైన మార్పెంతో అవసరము. పైగా, రాలిన ఆకులు, చెట్టు చిగురించు సమయమునకు కృత్రిమ పోషకపదార్థాలుగా తిరిగి ఉపయోగపడుతాయి.

అనుక్రమ వార్ధక్యములో అధోపత్రములు నత్రజని సంబంధ పదార్థములను విడుదల చేయడమేగాక, పిండి పదార్థాలనూ, కిరణజన్య సంయోగక్రియ ద్వారా ఏర్పడిన శక్తిని అనవసరంగా శ్వాసక్రియలో, వృథా చేయును.

**అనుక్రమ వార్ధక్యము :-**

వృక్షమునుండి వేరుచేయబడిన పత్రముల వార్ధక్యపు శరీరధర్మ, జీవరసాయనిక విశేషములను గురించి మాత్రమే ప్రస్తుతము పునకు తెలియవచ్చుచున్నది.

పత్రములు పసుపుపచ్చగా మారుట వార్ధక్యము యొక్క మొదటి చిహ్నము. పత్రహరితము విచ్చిన్నమై, ఖాంతోఫిల్స్ (Xanthophylls) కెరోటినాయిడ్ (Carotinoids) లుగా మారుటచేత. పత్రములు పసుపు పచ్చగా కనిపిస్తాయి. హరిత కణములలోని గ్రానా (Grana) యొక్క సన్నని పౌర నశించుచున్నదని, వృద్ధపత్ర సూక్ష్మనిర్మాణ పరిశీలన వలన తెలియుచున్నది. ఇంతే కాక అంతర్జీవ ద్రవ్య కణజాలము (Endoplasmic reticulum) లను రైబోజోములు క్రమముగా షీజిస్తాయి. వార్ధక్య ప్రథమదశలో మైటోకాండ్రియా మార్పుచెందక యున్నను, అంతిమదశయందు నశించిపోతుంది. పూర్తిగా వార్ధక్యము నొందిన చిక్కడుఆకు కణములందు ప్లాస్మా లెమ్మా మార్పు చెందదు. కాని దోనుప్లాస్టు నశించి యుండి, కణనిర్మాణ మందలి మార్పులు జీవనక్రియల చురుకుదనము, సంఘటనములపై

ఆధారపడి యుండును. ప్రోటీనులు విచ్చిన్నమై ఎమినో ఆమ్లములు ఏర్పడుట వలన ప్రోటీనుల పరిమాణము (Protein content) తగ్గిపోవును. రైబోజోములు తగ్గుటవలన కణములోని RNA అంశము తగ్గిపోవును.

షీజిత నొందుచున్న మార్పులవల్ల కిరణజన్య సంయోగక్రియలోనూ శ్వాసక్రియలోనూ గూడా మార్పు వస్తుంది. పెరిల్లాలో పత్రము పూర్తిగా విప్పారగానే, కిరణజన్య సంయోగక్రియ క్రమంగా తగ్గి, మరల వృద్ధాప్యములో ఎక్కువగును. ఈ మొక్కల కిరణజన్య సంయోగక్రియ, కరిగే ప్రోటీన్ (Soluble protein) పై ఆధారపడి వుంటుంది. ఈ ప్రోటీనులో కర్బన స్థాపక (Carbon fixing) టబ్బోలోస్ ఫాస్ఫేట్ యుండును. శ్వాసక్రియ, కొన్ని మొక్కలలో, మార్పు చెందక స్థిరముగా ఉంటుంది. కొన్నింటిలో ఎక్కువవుతూ వుంటుంది. వార్ధక్యంలో జీవ రసాయనిక చర్యలలోని ముఖ్యమైన మార్పు, ప్రోటీనులలోనూ RNA లోనూ కలుగుతుంది. ప్రోటీనులు తగ్గుటచేత సంకలనము తగ్గుటకానీ, విచ్చిన్నము ఎక్కువగుటగానీ జరుగును.

ప్రోటీయోలైటిక్ ఎంజైములైన ప్రోటీనుల విచ్చిన్నము జరుగుతుంది. ప్రోటీయోలైటిక్ ఎంజైమ్ లో కలుగు మార్పులను తెలుసుకొనుటకు జరిపిన ప్రయోగాలలో, ఈ ఎంజైమ్ ఎక్కువయిన సూచనలు లేవు. అందువలన ప్రోటీనులు విచ్చిన్నము చెందినవనుట కంటే, ప్రోటీనుల సంకలనమే తగ్గినదనవచ్చును. ప్రోటీనులను సంకలనము చేయుశక్తి వృద్ధపత్రమున కున్నను ఎమైనో ఆమ్లములు లేక ప్రోటీనులు తగ్గుటకు అవకాశమున్నది. పచ్చటి ఆరోగ్యకరమైన ఆకులో ప్రోటీనుల విచ్చిన్నము జరుగుటవలన ఏర్పడిన ఎమైనో ఆమ్లములు మరల ప్రోటీనుల సంకల

మునకు ఉపయోగపడును. కాని వృద్ధపత్రము నుండి క్రొత్తగా ఏర్పడుచున్న భాగములకు ఎమైనో ఆప్టముల సరఫరా జరుగుతుందని తెలిసికొంటున్నాము. అందుచేత ఎమైనో ఆప్టములు వృద్ధ పత్రమునందు నిలువయుండవు ఆ కారణముచేత ప్రోటీనులు వృద్ధ పత్రమునందు తగ్గుచున్నవి. దీని వలన వృద్ధపత్రములకునూ క్రొత్తగా ఏర్పడు పత్రములకునూ మధ్య పోషక పదార్థముల (Nutrients) కోసమై జరుగు పోటీయే అనుక్రమ వార్ధక్యమునకు కారణమని తెలియుచున్నది. దీనిని నిరూపించుటకు కాండాగ్రభాగమున గ్రీవాంకు రకాలను తీసివేయగా, పురాతన (వృద్ధ, పత్రములు పచ్చగా మారినవి. దీనివలన ఆనుక్రమ వార్ధక్యమునకు ఆగ్రాధిక్యత (Dominance) కలుగుతుంది. ఖనిజ పోషకాలు తగ్గుట వలన ఆనుక్రమ వార్ధక్యము ఎక్కువగును. ఉదాహరణకు:- మొక్కలను చిన గోరెములలో పెంచిన ఆధోపత్రములు త్వరితగతిన వృద్ధావస్థము నొందుట చూడవచ్చును. ఇటువంటి పరిస్థితులలో వృద్ధ, నూతన పత్రములకు మధ్య పోషక పదార్థాలకోసం జరిగే తీవ్ర పోటీ నూతన పత్రములులాభించుచున్నవి. అధోపత్రములు వార్ధక్యము నొందకుండా కాపాడుటకు నత్రజని ఎరువులను వాడవచ్చును.

నూతన, వృద్ధ పత్రముల పోటీలో ఎమైనో ఆప్టములు నూతనపత్రములకు సరఫరా అవుతాయి.

రేడియో ధార్మిక  $C^{14}$  లాసిన్ అను ఎమైనో ఆప్టమును ప్రోటీన్ సంకలనములో చేర్చి ప్రోటీనుల సంకలనమును తెలుసుకోవచ్చు. ఇదే విధంగా పొగాకు పత్రములపై రేడియో ధార్మిక  $C^{14}$  లాసిన్ ను  $C^{14}$  అడిసిన్ ను ఉపయోగించి RNA సంకలనమును తెలుసుకొనవచ్చు. ప్రథమ దశలో ఈ ధార్మికముల కూర్పు (Incorporation) ఎక్కువగా ఉన్నను, వార్ధక్యము పెరుగుకొలది అది తగ్గును. అయినప్పటికి పసుపు పచ్చగా మారు

చున్న ఆకులు, పెరాక్సిడేస్ (Peroxidase), రైబో న్యూక్లియేస్ (Ribonuclease) మొదలగు కొన్ని ఎంజైములను శరీరియందును అందువలన ప్రోటీను సంకలనము తగ్గుటవలన వార్ధక్యము వచ్చినదనవచ్చును, కాని, వార్ధక్యము వలన ప్రోటీను సంకలనము తగ్గినదనరాదు.

### వృక్ష వార్ధక్యము :

మోనోకార్పిక్ మొక్కలలో (ఉదాహరణము: గోధుమ, చిక్కడు, పెసలు) ఫలింబగానే వార్ధక్యమువచ్చి మొక్క మరణించుచున్నది. ఫ్రెంచ్ బీన్సులో కాయలు, విత్తనాలు పెరిగి పెద్దవగుసరికి ఆకులు పసుపువర్ణమునకు తిరుగును. కాయలు పక్వమునకు వచ్చుసరికి మొక్క పూర్తిగా వార్ధక్యము నొందుచున్నది. ఇందులో ఫలపక్వతకు వృక్ష వార్ధక్యముతో దగ్గర సంబంధము ఉన్నది. కాయలు తీసివేయగా వార్ధక్యము చాలవరకు నిలిపి వేయబడినది. మొత్తంగా కాయలను తీసివేయుటకు బదులు, శత్రుచిత్త ద్వారా పెరుగుచున్న విత్తనములను తీసివేయగా మొక్కయొక్క వార్ధక్యము నిరోధించబడినది. ఇందువలన విత్తనమునుండి మొక్కలోనికి పంపబడిన ఒక అంశ, (కారకము), వార్ధక్యమునకు కారకమగుచున్నదని తెలియుచున్నది.

చిక్కడు విత్తనము పెరుగుచున్నకొలది తడి బరువు ఎక్కువౌతూ ఉంటుంది. ఆహార నిలువలు ప్రోటీనులు, పిండి పదార్థ బీజదళములలో ఎక్కువగును. అదేసమయమున ఆకులలోని ప్రోటీనులు, పిండిపదార్థములు విచ్ఛిన్నమునొంది ఎమైనో ఆప్టములుగను, చక్కెరల రూపములోనూ పెరుగుచున్న ఫలమునకు సరఫరా అగును. విత్తనము ఈ విధముగా ఆహార పదార్థములను తీసుకొని మిగిలిన భాగముల వార్ధక్యమునకు కారణ మవుతున్నదని మాలిష్ (Molish) అను శాస్త్రజ్ఞుని ఆభిప్రాయము.

ఫలములలోను, దుంపలలోను ఆహార పదార్థము నిలువయుండు విషయము తెలిసినదే. అదేవిధముగా చురుకుగా పెరుగు విభాజ్య కణజాలము (ఆ గా, లేత ఆకులు) ఇతర భాగములందలి పదార్థములను తీసికొనును. ఇటువంటి స్థలములను సాదారణముగా ఆహార పదార్థముల తొట్టు (Sinks) అంటారు. ఆహార పదార్థాలు ఈ తొట్టద్వారా చలనము నొందుట ఏ విధంగా జరుగుతుందనే విషయం ఇంకా తెలియరాలేదు. ఎందుకనగా దారునాళాలు పనిచేయు విధానము యింకను విదితముగా తెలియదు. ఆయినప్పటికి పెరుగుదలకు ఉపయోగపడు హార్మోనులే ఈ పదార్థముల చలనమునకు కారణమని ప్రస్తుతభావన. ఆకుమొక్క ఒక చిన్న ప్రదేశమందున్నూ, కైనిడిన్ ఉపయోగించిన ఆకు మొక్క వేరొక భాగమునూ ఉన్న యెడల రేడియోధార్మిక ఎమైన్ ఆప్టములు కైనిడిన్ ఉపయోగించిన ప్రదేశమును చేరియుండును. దీనినిబట్టి ఈ జీవక్రియా ఉత్పన్నాలు, కైనిడిన్ యన్నవైపు ఆకర్షింప బడినవనవచ్చును. కైనిడిన్ ప్రయోగించినచోట ప్రోటీనుల సంకలనము ప్రేరేపింపబడుట మొదటికారణముగానూ, దీనిఫలితముగా జీవక్రియా ఉత్పన్నాలు ఆటు చలనము నొందుట రెండవ కారణముగానూ ఉండుననుటకు అవకాశం ఉన్నది.

పక్వమగుచున్న బీన్సు మొక్కలలో, ఆక్సిన్ ఉన్న వైపునకు జీవక్రియా ఉత్పన్నాలు స్థలాంతర చలనము నొందుననుటకు నిదర్శనములు గలవు. జీవక్రియా ఉత్పన్నాలు ఆక్సిన్ ఎక్కువగా వున్న వైపు కేంద్రీకృతమగును. పెరుగుచున్న బీన్సు విత్తనములలో ఆక్సిన్ ఎక్కువగా నుండును. ఈ విధముగా ఆకులలో నిలువయుండు పదార్థములు విత్తనముల లోనికి సరఫరా అగుట, విత్తనములో ఆక్సిన్ యుండుట వలననే అనవచ్చును. ఈ క్రింది ప్రయోగాల ఫలితమే దీనికి నిదర్శనము.

బీన్సు కాయలను చెట్టునుండి వేరుచేసి, ఫలమును వేరుచేయగా, మిగిలిన ఫలకాండము చెట్టుననే యుండును. కొన్ని మొక్కల ఫలకాండముల చివర IAA లెనోలిన్ కూర్చబడును. రేడియో ధార్మిక ఫాస్ఫరస్ P<sup>32</sup>ను ప్రకాండము యొక్క అభోభాగమున ఉపయోగించగా త్వరితగతినీ ఈ P ఫాస్ఫరస్, IAA వున్న ఫలకాండమును చేరును; బహుకొద్దిగా మాత్రమే లెనోలిన్ వున్నవైపు చేరును.

ఈ విధంగా అనేక ప్రయోగములవలన వార్ధక్యమునకు కారణము ఆకులనుండి పోషకపదార్థాలు (Nutrients) విత్తనములకు సరఫరా అగుట యను సిద్ధాంతము బలపడుచున్నది. అయితే ఇండు కొన్ని విషయములు అర్థముచేసుకొనుటకూడ కష్టము. స్పినాచ్ (Spinach) ఏకలింగాశ్రయి; ఇందులో పురుష మొక్క ఎటువంటి ఫలముల ధరించనప్పటికి, స్త్రీ మొక్కవలె అదికూడ పుష్పించుటతోడనే వార్ధక్య దశ చేరును. పురుష పుష్పములను తీసివేయుట ద్వారా వార్ధక్యమును ఆపవచ్చును జాంటియమ్ పెన్సిల్వేనియం (Xanthium pensylvanium) లో గ్రీవకాలను తీసివేసి, ఫలపుష్పములను ధరింపకుండా చేసినప్పటికి, దీని పత్రములు గ్రీవకాలున్న మొక్కయొక్క పత్రములవలెనే అంతే కాలమున అదే విధముగా వార్ధక్యమును పొందినవి. ఈరెండు కారణాలవలన పోషకపదార్థాలు విత్తనాలకు సరఫరాయగుటయే వార్ధక్యమునకు కారణమును సిద్ధాంతమును కొంచెం తిరస్కరించిరి.

కణములోని RNA ఉపకరణాలే ప్రోటీనుల సంకలనముపై ఆధ్వర్యము వహించును. పెరుగుతున్న విత్తనము RNA జీవనక్రియపై మార్పులు తెచ్చి, ప్రోటీనులు విచ్ఛిన్నమగునట్లు చేయుటకు అవకాశమున్నది.

ఇంకొక విధమైన వివరణయు కలదు. వృక్షములనుండి వేరుచేసిన పత్రములో ప్రోటీన్ RNA

విచ్ఛిన్నమును తెలుసుకొంటిమి. వీటి జీవక్రియ, పేరునుండి లభించు సైటోకైనిన్ పై ఆధారపడి యున్నది. విత్తనాలలో గూడా సైటోకైనిన్ వున్నదని తెలుసుకుంటిమి. కాని ఇందులోని సైటోకైనిన్ అక్కడ ఉద్భవించినదా లేక వృక్షము యొక్క పేరులభాగమునుండి సరఫరాఅయి నిలువ యున్నదా, అన్నవిషయ మింకను తెలియదు. రెండవదే సరి అయినచో వేళ్ళలోని సైటోకైనిన్ (పత్రముల నుండి దూరముగా) పెరుగుచున్న విత్తనములలోనికే సరఫరా అగుచున్నదనవచ్చును. దీని ఫలితంగా మామూలుగా ఆకులలో జరుగు RNA సంకలనము సాధ్యమకాదు. కనుక ప్రోటీన్ సంకలనము గూడ పేరుచేసిన ఆకులలో తగ్గును. రెండవ సిద్ధాంతమును వ్యతిరేకించు యింకొక గమనిక ఏమనగా, వృక్షమునకే వున్న పత్రమునకు సంబంధించిన వార్ధక్యమును కైనిటిన్ (Kinetin) ద్వారా ఆపలేము. కనుక కైనిటిన్ కొరతవల్లగాక వార్ధక్యము ఏదో అనూహ్యమైన కారణమువలన సంభవించుచున్నది. పైగా వృక్షము పైనున్న ఆకులో సంభవించు వార్ధక్యమునకు కారకాలు వేరని తెలియుచున్నది.

### ఏకకాల పత్ర వార్ధక్యము :-

ఆకురాలు కాలమనే పేరు ఆకులు రాలు వృక్షముల వలనే కల్గినది. ఇది ఏకకాల పత్ర వార్ధక్యమువలన సంభవించిన ఫలితము. ఏకకాల పత్ర వార్ధక్యమునకు అనుక్రమ పత్ర వార్ధక్యము నకు మధ్య చాల భేదము కలదు. మొట్టమొదట పేర్కొనదగినది ఏకకాలవార్ధక్యము. ఇది ఋతు మార్పులవలన కలుగును; కాని అంతర్జనిత కారకాల వలన కాదు. దీనిలో వేరే హార్మోనులు భాగము పంచుకొనుచున్నవనుట రెండవ కారణము. దినపు నిద్రవి, ఉష్ణోగ్రత- ఈరెండు వాతావరణ కారకాలు. ఇవి ఆకులు రాలునట్లు చేయును. హ్రస్వదినాలు

వార్ధక్యమును వృద్ధి చేయును. ఉదాహరణ: రిరియో డెన్ డ్రాన్, లులిపిహ (Ririodendran, Lulipiy hna) అయిలాంతస్ అల్లిసిసినర్ (Ailanthus allissiner). వీధిదీపాల దగ్గరున్న వృక్షాలలో ఆకులు అలస్యముగా రాలును. ఎందుచేతననగా హ్రస్వదినాలలో గూడ ఇవి, దీపాల కాంతివలన, దీర్ఘదిన కాంతిని పొందగల్గుచున్నాయి. వృక్షముల మొలకలను - కృత్రిమముగా కల్పించిన వెచ్చని హ్రస్వదిన వాతావరణమందు-అంతర్గతం (Dormant)గా వుంచినచో, చాల మొక్కలు పచ్చగా అరోగ్యకరముగా నుండును. అందుచే తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలో, హ్రస్వ దినకాంతిలో పెరుగు మొక్కలు ఆకులు రాలును. ప్రయోగపూరిత ఉదాహరణలు ఈ విషయముపై ఇంకనూ లేవు.

వాతావరణము ఏకకాల వార్ధక్యమునకు కారణ మైనప్పటికీ, మొక్కవలన కలుగు మార్పులు గూడా కొంతవరకు కారణములు కాకపోవు. గ్రీవకములలో కైనిటిన్ వలన, జిబ్బరెలిన్ వలన వార్ధక్యమును నిలవపచ్చనీ, కాని ఆక్సిన్ వలన నిలువ లేమనీ తెలుసుకొంటిమి. వృక్షాలలో ఆక్సిన్ 2, 4-D ని ఆకుపై నుంచిన, ఆక్సిన్ వుంచిన భాగము అకుపచ్చగా నుండి, మిగిలిన భాగము పసుపుగా మారును. ఇదే విధమైన ఫలితము జిబ్బరెలిన్ లను వుపయోగించుటవలన కలుగును. కైనిటిన్ గ్రీవకాలు, ప్రోటీన్ RNA సంకలన మునకు తోడ్పడినట్లే, 2 4- D వృక్షాలలో సహాయపడును. దీని ఫలితముగా అంతర్జనిత ఆక్సిన్, వృక్షపత్రముల వార్ధక్యమునందు, ప్రముఖ పాత్ర వహించుచున్నదనవచ్చును. అంతర్జనిత ఆక్సిన్లు, జిబ్బరెలిన్లు, వృక్షములందు దీర్ఘదినా లలోకంటే ఎక్కువగ హ్రస్వదినాలలోనే యుండును. అందుచే ఆకులు రాలిందంలో దినపు నిద్రవి, తన ప్రభావమును అంతర్జనిత హార్మోనులపై చూపుతున్నదనవచ్చును. నిత్యశ్యామల (Ever-

green) వృక్షములలోని వార్ధక్యమును గురించి మనకు చాలా కొద్దిగా తెలియును. కొన్ని వృక్షముల పత్రములు, చాలా సంవత్సరములు ఎల్లప్పుడు ఆకుపచ్చగా ఉంటాయి. కొన్నింటిలో నూతన పత్రములేర్పడుచుండగా పురాతన పత్రములు రాలిపోతాయి. ఇది మరొకసారి నూతన వృక్షాలకూ పురాతన పత్రములకూ మధ్య జరుగు పోటీని తెలియజేయుచున్నది.

#### FURTHER READING

1. WAREING, P F. and I.D.J. Phillips. 1970 - The Control of Growth and Differentiation in Plants
2. WOOLHOUSE, H W. 1974 - Longevity and Senescence in Plants; Science Progress, VOL. 61.

డా॥ పి. మల్లికార్జునస్వామి.

## 86. మొక్కలు : పిండోత్పత్తి

(Plant Embryology)

మొక్కల జీవితచక్రం ( Life-cycle ) లో రెండు ఏకాంతర దశలు వుంటాయి. ఆవుత బీజాల (Angiosperms) లో ద్వియకస్థితి (diploid) లేదా సిద్ధ బీజదళ పెద్దదిగాను ప్రాముఖ్యంగాను వుంటుంది; ఏకస్థితిక (Haploid) దశ లేక సంయోగ బీజదళ అతిసూక్ష్మంగా వుంటుంది. ఆవుత బీజాలలో మనము మొక్కలని వ్యవహరిస్తున్నవి, ద్వియకస్థితికి చెందుతాయి. మొక్కలు కొంతకాలం ఏవుగా ఎదిగిన తర్వాత పువ్వులు ఏర్పడతాయి. పువ్వులలోని కేసరాలలో సూక్ష్మ సిద్ధ బీజాశయము ( Microsporangium ), అండాశయములోని అండము ( ovule ) లలో స్థూలసిద్ధ బీజాశయము (Megasporangium), ఏర్పడును. ఫలదీకరణచర్య తరువాత అంకురచ్ఛదము (Endosperm), పిండము (Embryo) ఏర్పడి క్రమంగా వృద్ధిచెందుతాయి. ఈ విషయాలన్ని వివరించే శాస్త్రాన్ని పిండోత్పత్తి శాస్త్రము (Embryology) అంటారు.

సూక్ష్మ సిద్ధ బీజాశయము :

కేసరాల ప్రారంభదశలో లావుగావుండి తరువాత కేసర ఆద్యాల (Stamen Primordium)లో విభాజ్యకణాలు సమవిభజనచెంది, పురుష బీజ మాతృకలు లేదా సూక్ష్మసిద్ధ బీజ మాతృకలు ( Pollen mother cells ) ఏర్పడతాయి. ఈ మాతృకలయందు షయకరణ విభజన (Meiosis) జరిగి క్రోమోజోమల సంఖ్య ద్వియకస్థితినుండి ఏకస్థితిక దశకు తగ్గుతుంది. షయకరణ విభజన పూర్తి కాగానే ప్రతిమాతృకనుండి నాలుగు సూక్ష్మ సిద్ధబీజాలు (Microspores) ఏర్పడతాయి. సూక్ష్మసిద్ధ బీజాలు క్రమేపీ పక్వముచెంది నాలుగు పుప్పొడి రేణువులు (Pollen grains) గా తయారవుతాయి.

పుప్పొడి రేణువులకు రెండుకవచాలు ఏర్పడతాయి. బయటి కవచాన్ని బాహ్యకవచ (Exine) మనీ, లోపలి కవచాన్ని అంతః కవచ (Intine)

మనీ అంటారు. బాహ్య కవచము దశసరిగానుండి నిర్దిష్టమైన సంఖ్యలో బీజపు చారలు (Germinal furrows), పీటియందు బీజ రంధ్రాలు (Germ pores) వుంటాయి. బాహ్యచర్మపు తీరు, ఆలంకరణ, అనేక రకాలుగా వుంటాయి. వివిధ జాతులలో వేరువేరుగా వుండి యీ లక్షణాలు మొక్కల వర్గీకరణకు ఎంతో తోడ్పడుతాయి.

**పురుష సంయోగ బీజదము :**

[Male gametophyte]

ఆవృత బీజాలలో పురుష సంయోగ బీజదము చాల సూక్ష్మనిర్మాణము చూపుతుంది. కేసరాలు పక్కం చెందగానే కేసరాలనుండి ఆమితమైన సంఖ్యలో పుప్పొడి వెలువడుతుంది. ప్రారంభంలో పుప్పొడి కణం (Pollen grain) లో ఒక కేంద్రకము వుంటుంది. ఆ కేంద్రకము సమవిభజన చెంది రెండుకణాలు ఏర్పడతాయి. అందు ఒకటి శాకీయకణము లేక నాళికాకణము (Tube cell) గానూ, రెండవది ఉత్పాదక కణము (Generative cell) గాను రూపొందుతాయి. పుప్పొడి రేణువులు రెండు కణాల దళలో వున్నప్పుడే కొన్ని మొక్కలలో పుప్పొడి రాలిపోతుంది. పురుష సంయోగ బీజదము యొక్క నిర్మాణము ఆవృత బీజాలన్నింటిలోనూ చాలవరకు ఒకేవిధంగా వుంటుంది. తరువాత ఉత్పాదక కణము సమవిభజన చెంది రెండు పురుష సంయోగ బీజాలు ఏర్పడతాయి. అనగా కొన్ని మొక్కలలో పుప్పొడి రేణువులు, రాలిపోయేటప్పుడు, మూడుకణాల దళలో వుంటాయి.

**ఆండము :**

(Ovule)

ఆవృత బీజాలలో ఆండములు, ఒకటిగాని అంతకుమించిగాని ఫలదళాలతో ఏర్పడిన అండాశయంలో వుంటాయి. పీటిస్వరూపముల లోను, సంఖ్యలలోను వివిధ జాతులలో చాల వ్యత్యాసం

వుంటుంది. అండాశయంలో అండాంకురము (Ovule primordium) ఏర్పడుతుంది. అండాంకురమందు అండాంతఃకణజాలము (Nucellus), ఒకటి లేక రెండు ఆండకవచాలు (Integuments) ఏర్పడతాయి. ఆండకవచాలు అండాంతఃకణజాలాన్ని పూర్తిగా కప్పకుండా ఒక సూక్ష్మ ద్వారాన్ని వదలుతాయి. ఈ సూక్ష్మద్వారాన్నే ఆండద్వారం (Micropyle) అంటారు. అండాంతఃకణజాలమునందు సిద్ధబీజ జనక కణాలు (Sporogenous cells) ఏర్పడతాయి. ఆండము నకు దిగువగా ఒక కాడ వుంటుంది. దీనిని ఆండ వృంత (Funiculus) మని అంటారు.

**పిండకోశము లేక**

**స్త్రీ సంయోగ బీజదము :**

(Embryo sac)

ఆండములలో బాహ్యచర్మం క్రింద ప్రథమ బీజాంకురకణాలు (Primary Archegonium) ఏర్పడతాయి. ఇవి సమవిభజన చెంది స్థూలసిద్ధ బీజ మాతృకలు (Megaspore mother cells) గా వ్యవహరిస్తాయి. స్థూలసిద్ధ బీజమాతృకలందు మూడు కరణ విభజన జరిగి, నాలుగు స్థూలసిద్ధ బీజాలు (Megaspores) ఏర్పడతాయి. సామాన్యంగా ఈ నాలుగు బీజాలు ఒకదాని క్రింద ఒకటి ఒకే వరుసలో వుంటాయి. స్థూలసిద్ధ బీజాల ఏర్పాటుతో ద్వయకస్థితి అంతమగుట, ఏకస్థితికదళ ప్రారంభమగుట జరుగును. సామాన్యంగా ఒకేఒక స్థూలసిద్ధ బీజం క్రియావంతకం (Functional Megaspore) గా వుండి మిగిలిన మూడు బీజాలు నశించిపోతాయి. ఆవృత బీజాలలో స్థూలసిద్ధ బీజాల నిర్మాణము అత్యధికంగా యీ విధంగానే వుంటుంది.

**పోలిగోనమ్ డైవారికేటమ్**

(Polygonum Divaricatum)

అనే మొక్కలలో ప్రప్రథమంగా స్ట్రాస్బర్గర్ (Strasburgar) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు పిండకోశ నిర్మాణ

జము వివరించాడు. దీనియందలి నిర్మాణ వివరాలను పరిశీలించుదాము. దీనిని పోలిగోనమ్ రకము (Polygonum type) అని లేదా సాధారణ రకము (Normal type) అని వ్యవహరిస్తారు. ఆవృత బీజాలలో అత్యధికవర్గపు మొక్కలు యీ నిర్మాణాన్నే చూపుతాయి.

క్రియావంతమగు స్థూలసిద్ధబీజం క్రమంగా పెద్దదవుతుంది. దీనియందలి కేంద్రకము వరుసగా మూడు సమవిభజనలు చెంది, చివరకు ఎనిమిది కేంద్రకాలు ఏర్పడుతాయి. వాటిమధ్య గోడలు వుండవు. క్రమేపీ పిండకోశం పెద్దది అవుతుంది. చివరకు అండద్వారం వైపు మూడుకణాలు కలసి, స్త్రీ బీజకణ పరికరము (Egg apparatus) గా రూపొందుతాయి. ఎదురు ధృవంలో మూడు కణాలు ప్రతిద్రువ కణాలు (Antipodals) గా తయారవుతాయి. పిండకోశం మధ్యలో మిగిలిన రెండు కేంద్రకాల కలయికవల్ల ద్వితీయకేంద్రకము (Secondary nucleus) ఏర్పడుతుంది. అండద్వారం వైపు వుండే ధృవాన్ని ఊర్ధ్వ ధృవం (Upper pole), అని పిలుస్తారు. ఊర్ధ్వధృవం వైపునవున్న మూడు కేంద్రకాలలోను, మధ్యకేంద్రకము పెద్దదిగా వుండి స్త్రీ బీజకణం (Egg cell)గా రూపొందుతుంది. దీనికి ఇరువైపులా వుండే రెండు కేంద్రకాలను సహాయ కణాలు (Synergids) అంటారు. పక్కమునకు వచ్చిన పిండము నందు ఈ విధంగా మూడురకాల కణసముదాయం వుంటుంది: (1) స్త్రీ బీజకణ పరికరము. (2) రెండు ధృవ కేంద్రకాలు కలియగా ఏర్పడిన ద్వితీయ కేంద్రకము (3) ప్రతిద్రువ కణాలు.

పక్కము చెందిన పిండాల్లో కొన్ని మొక్కలందు పిండకోశంలో 16 కణాల వరకు ఏర్పడతాయి. వీటి ఏర్పాటు కూడా వివిధ రకాలుగా వుంటుంది.

**ఫలదీకరణము (Fertilisation) :**

పరాగ సంపర్కము చెందిన పుష్పిడిరేణువు కీలాగ్రముపై చేరుతుంది. అది, బాహ్యకవచము నందున్న బీజరంద్రము ద్వారా, అంతః కవచము చొచ్చుకొని పరాగనాళముగా రూపొంది చాంచుకుగా పెరుగుతుంది. పరాగనాళం కొన భాగంలో సామాన్యంగా శాకియకణం యిమిడి వుంటుంది. ఉత్పాదనకణం కూడా పుష్పిడి రేణువునుండి పరాగనాళంలోకి చొచ్చుకొని వస్తుంది.

పరాగనాళము కీలాగ్రము నుండి కీలము ద్వారా చొచ్చుకొని, అండద్వారం గుండా, పిండకోశం లోనికి చేరుతుంది. కీలాగ్రముపై అనేక పుష్పిడి రేణువులు చేరినా సామాన్యంగా ఒకే ఒక పుష్పిడి రేణువునందలి కేంద్రకాలు పరాగనాళం ద్వారా పిండకోశాన్ని చేరుకొని సంయోగము (Syngamy), త్రిసంయోగము (Triple fusion) చెందడం జరుగుతుంది. కాని ఒక కేసరం నుండి అనేకమగు పుష్పిడి రేణువులు ఏర్పడుతాయి.

పరాగనాళంలోని రెండు పురుష కేంద్రకాలలో ఒకటి, స్త్రీ బీజకణ పరికరము సమీపానికి చేరుతుంది. పురుష కేంద్రకము, స్త్రీ బీజకణం లోని కేంద్రకము సంయోగము చెందుతాయి. ఈ చర్యనే సంయోగము (Syngamy) అంటారు. సంయోగానంతరము కేంద్రకము ద్వయకస్థితిలో వుంటుంది. పిండకోశంలో ప్రవేశించిన రెండవ పురుష కేంద్రకము ద్వితీయ కేంద్రకముతో కలయిక చెంది త్రిసంయోగ కేంద్రకము (Triple fusion nucleus) గా ఏర్పడుతుంది. త్రిసంయోగ కేంద్రకము త్రయకస్థితిలో వుంటుంది.

**అంకురచ్ఛదము (Endosperm) :**

ఆవృత బీజాలలో అంకురచ్ఛదము ఫలదీకరణము తరువాతనే ఏర్పడుతుంది. ఫలదీకరణము



తరువాత త్రిసంయోగ కేంద్రకము అనేక సమవిభజనలు చెందుతుంది. సామాన్యంగా సంయోగ కేంద్రకము కంటే యీ విభజన ముందుగానే జరుగుతుంది. అనేక విభజనలు జరిగి చివరకు సంపూర్ణమైన అంకురచ్ఛదము ఏర్పడుతుంది. పిండానికి కావలసిన పోషక పదార్థాలను, అంకురచ్ఛదము అందజేస్తుంది. కొన్ని మొక్కలలో అంకురచ్ఛదాన్ని, ఎదుగుతున్న పిండము, నిశ్శేషంగా పీల్చివేయుటచే అంకురచ్ఛదము క్షీణించి పోతుంది. గుమ్మడి కుటుంబము, కంబోజిలే కుటుంబము మొదలగు వాటిలో పక్ష్యము చెందిన విత్తనాలలో పిండము మాత్రము వుంటుంది (ఉదా : సూర్యముఖి, బంతి, గుమ్మడి, కాకర.) వీటిని అంకురచ్ఛద రహిత (Non-endo-spermic or exalbuminous) బీజాలు అని అంటారు. సామాన్యంగా ఏకదళబీజ జాతులలో ఎక్కువగా పండిన విత్తనాలలో పిండముతో బాటు అంకురచ్ఛదము పుష్కలంగా వుంటుంది. ఈ విత్తనాలను అంకురచ్ఛద సహిత (Endospermic or albuminous) బీజాలు అని అంటారు. ఉమ్మెత్త, ఆముదము మొదలగు ద్విదళ బీజ జాతులలో కూడా బీజాలు అంకురచ్ఛద సహితముగా వుంటాయి. వరి, గోధుమ, జొన్న, సజ్జమొదలగు ఘాస (గ్రామినే) కుటుంబానికి చెందిన ముదిరిన గింజలలో అంకురచ్ఛదము పుష్కలంగా వుంటుంది. వీటినే విస్తారంగా జంతువులు మనుష్యులు తమ ఆహారంగా వినియోగిస్తారు.

**పిండము:**

(Embryo)

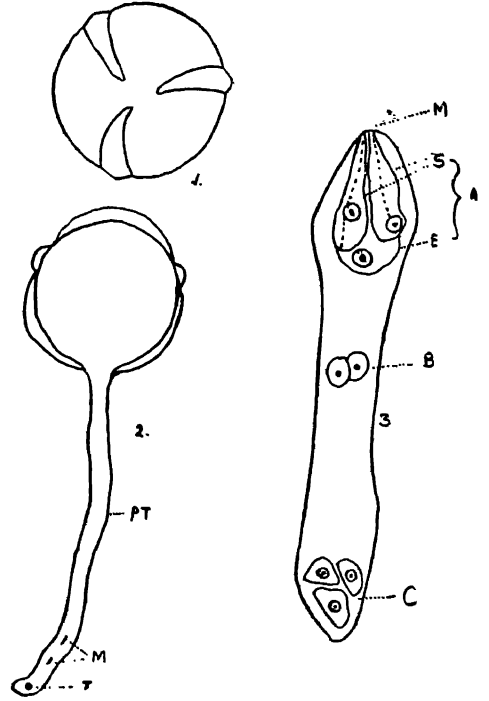
ఫలదీకరణము తరువాత సంయుక్త బీజము పిండముగాను, అండము గింజగాను, అండాశయం పండుగాను రూపొందుతాయి. అంకురచ్ఛదము ఏర్పాటుయిన తర్వాత కొంతకాలానికి సంయుక్త బీజమందు విభజన ప్రారంభమవుతుంది. సంయుక్త

బీజ కేంద్రకము విభజన చెందిన మొదటి నుండి, కణకుడ్యము (Cell wall) ఏర్పడుతుంది. ఇందు విభజన జరిగిన తరువాత గోడలు అడ్డుగాను, నిలువుగాను, ఏటవాలుగాను కూడా ఏర్పడతాయి. ద్విదళ బీజాలలో పిండమునందు అక్షము (Embryo axis), రెండు బీజదళాలు (Cotyledons) వుంటాయి. ఏకదళ బీజాలలో ఒకే ఒక బీజదళము, అక్షము వుంటాయి. అక్షమునందు ప్రథమ కాండము, ప్రథమ మూలము యిమిడి వుంటాయి.

సామాన్యంగా ఒక గింజలో ఒకే ఒక పిండము యిమిడి వుంటుంది. కొన్ని గింజలందు పిండములు ఒకటిని మించి వుండే స్థితిని బహుపిండత (Polyembryony) అంటారు. నిమ్మ, మామిడి, నేరేడు జాతి మొక్కలలో అంతః కణజాలము నుండిగానీ, అండకవదాం నుండిగానీ పిండాలు ఏర్పడతాయి. బొమ్మెదో, ద్రాక్ష, నిమ్మ, ఆరటి, వంటి పండ్లలో ఫలదీకరణము జరగకుండగనే పండు ఏర్పడుతుంది. కాని వాటియందు విత్తనాలు ఏర్పడవు. వీటిని అనిషేక ఫలాలు (Parthenocarpic fruits) అంటారు. అనిషేక ఫలములను కృత్రిమ పద్ధతుల ద్వారాకూడా సృష్టించవచ్చును. పెరుగుదలను ప్రోత్సహించే కొన్ని కృత్రిమ రసాయన పదార్థాలను పువ్వులమీద జల్లుట వలన యీ విధమగు ఫలాలను సృష్టించవచ్చును.

ఫలదీకరణము తరువాత, అండము విత్తనముగా మారి అండకవచములు (Integuments), బీజ కవచములు (Seed coats) గా మారుతాయి. ఈ విధముగా విత్తనమునకు అంతఃకవచము (Tegmen) బాహ్యకవచము (Testa) వేరువేరుగా వుంటాయి. కొన్ని గింజలయందు ఒకే ఒక కవచం వుంటుంది. విత్తనం అనుకూల పరిస్థితులలో మొలకెత్తి, కొత్త మొక్క ఏర్పడుతుంది.

ఇటీవల రెండు దశాబ్దాలుగా పిండోత్పత్తి శాస్త్రంలో ప్రయోగాత్మకంగా అనేక పరిశోధనలు జరిపి పెక్కు ఫలితాలను సాధించారు. ప్రయోగాత్మక పిండశాస్త్ర పరిశోధనలవల్ల పుప్పొడి పరాగనాళం, పిండము ఫలము-పీని పెరుగుదలకు, అవశ్యకమగు పరిస్థితులను కనుగొన్నారు. జిబ్బెరెల్లిన్ (Gibberellins), కై నెటిన్ (Kinetin) ఆక్సిన్లు (Auxins) మొదలగు వృద్ధిని ప్రోత్సహ పరిచే రసాయనాలకు పెరుగుదలపై గల ప్రభావాన్ని పరిశీలించుతున్నారు. ఈ విజ్ఞానము, వ్యవసాయములోను, ఉద్యానకృషిలోను చాల ఉపయోగకారిగా వున్నది. నారింజ, అనాస, ద్రాక్ష మొదలగు మొక్కలలో కృత్రిమ పద్ధతుల ననుసరించి, విత్తనాలు లేని కాయలను సృష్టిస్తున్నారు. ప్రయోగాత్మక పిండోత్పత్తి శాస్త్రం ద్వారా భవిష్యత్తులో ఇంకా అనేక ఫలితాలు సాధించే అవకాశాలు వున్నాయి.



పటము 1. మొక్కలు - పిండోత్పత్తి.

1. పుప్పొడి రేణువు. ఆకారం సాధారణంగా గుండ్రంగా వుంటుంది. ఇందు మూడు బీజవుచారాలను గమనించుడు.
2. పురుష సంయోగ బీజదము (Male gametophyte). సూక్ష్మ సిద్ధ బీజము నందలి కేంద్రకము నమ విభజన చెందిన తరువాత ఒక శాకీయ కణము (T) రెండు పురుష కేంద్రకాల (M) ను చూపే దశ. పరాగనాళమును (PT) గమనించుడు.
3. స్త్రీ సంయోగ బీజదశ (Female gametophyte). పోరీగోనమ్ రకము. పిండ కోశము నిర్మాణము.
  - A స్త్రీ బీజకణ పరికరము;  $S_1, S_2$  : సహాయ కణాలు; E : స్త్రీ బీజకణము.
  - B. ద్వితీయ కేంద్రకము.
  - C. ప్రతిద్రువ కణాలు.
  - M. అండద్వారపుకొన (Micropylar end)

#### BIBLIOGRAPHY

Maheswari, P. - An Introduction to the Embryology of Angiosperms. Mc. Graw Hill Book Co. Inc. 1950.

డా॥ జి. రాజేశ్వరరావు.

# 87. కణజాల వర్ధనము

(Tissue Culture)

స్వరూపోత్పత్తి, అభివృద్ధి ప్రక్రియలను గురించి జరిగిన ప్రయోగాత్మక పరిశోధనలలో కణజాలవర్ధన పద్ధతి చాల ముఖ్యము. కణములను గానీ కణజాలాన్నిగానీ మొక్కల అభివృద్ధికి కావలసిన పోషకపదార్థాలుగల యానకంలో ఉంచి నట్లయితే అవి పెరుగుదలను పొవిస్తాయి. దీనినే కణజాల వర్ధనము అంటారు.

20 వ శతాబ్ది ప్రారంభంలో కణజాల వర్ధనము నకు పునాదిలు వేయబడినవి. గట్లీబ్ హేబర్ లాండ్ (Gottlieb Haberlandt-1902) లేమియమ్ పర్ పూరియమ్ (Lamium Purpurium) అకులయొక్క మీసోఫిట్ కణములను, పోషక పదార్థములుగల కృత్రిమద్రావణములో, పెంచుటకు మొట్టమొదటగా ప్రయత్నించేసాడు. కాని ప్రయత్నం ఫలించలేదు. అయినను అతని ప్రయోగాత్మక పరిశీలనలు స్వరూపోత్పత్తిని, దాని ధర్మములను ఆకళింపు చేసుకోడానికి పీలుకలిగించినవి. 1933లో వైట్ అనునతడు కణములను కృత్రిమ ద్రావణములో పెంచడంలో సఫలీకృతుడైనాడు. వృద్ధిచెంది, బాగాస్వరూపోత్పత్తి పొందిన కణములను ఉపయోగించుటవలననూ, తక్కువ కణ విభాజ్యము చెందగల గుణమును (Meristematic Activity) కలిగిన కణములను ఉపయోగించడంవల్లనూ, ద్రావణములో కావలసిన పోషక పదార్థాలను చేర్చకపోవుటవల్లనూ, హేబర్ లాండ్ కృతకకృత్తుడైనా లేకపోయెను. అయినను అతని పరిశోధనశాలలో కణజాల వర్ధన విషయంలో పరిశోధనలు చాలకాలం సాగించారు. అదే విషయంలో ప్రపంచంలోని ఆనేక పరిశోధనశాలలలో పరిశోధ

నలు జరిగాయి. మన దేశంలోకూడా ఢిల్లీ విశ్వవిద్యాలయంలో ఇటువంటి పరిశోధనలు జరిగాయి

విభాజ్య కణజాలంగల వేరుల అగ్రభాగాల వర్ధనమును పెంపొందించుటకు చాలమంది పరిశోధనలు చేశారు. వారిలో పి. ఆర్. వైట్ (P. R. White) అను ఇంగ్లీషు శాస్త్రవేత్త చెప్పకోదగినంత విజయము సాధించినాడు. చాలకాలం వరకు వివిధ రకాల మొక్కలవేరులను కృత్రిమ ద్రావణంలో పెంచగలిగినారు. వీరు 20 సంవత్సరాలపాటు పరిశోధనలు నిరాటంకంగా సాగించారు. వేరుల అగ్రభాగాలలో ఇండోల్ ఆసిడిక్ ఆమ్లము తయారవుతుంది. ఆ అగ్రాలను త్రుంచివేస్తే వేరుపెరుగుదల నిరోధితమౌతుందని వెంట్, థిమన్ (Went and Thimann-1935) కనుగొన్నారు. అంతేకాకుండా వేరుల పెరుగుదల విటమిన్లమీద-ముఖ్యంగా విటమిన్ బి కాంప్లెక్స్, సైటోక్రిన్ ఆమ్లముల గాఢతమీద-కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది. వేరులు కిరణజన్య సంయోగక్రియ జరుపుకొనలేవు. కనుక వీటిని పెంచే కృత్రిమ ద్రావణంలో గ్లూకోజ్ ను సూక్ష్మ మాత్రికములను (మెగ్నీషియమ్, ఐరన్, మాంగనీసు, జింకు మొదలగునవి), స్థూల పోషకాలను (నైట్రోజన్, ఫాస్ఫరస్, పోటాషియమ్ మొదలగునవి వానిని) చేర్చవలెను. వేరుల అగ్రాలు, కాండాలవలె, తమ అధిక్యంవల్ల వెనుకనున్న పార్శ్వపు వేరులను పెరగనివ్వవనీ, దీనికి కారణము ఆక్సిన్ లగాఢత మాత్రమేకాక, ఆబ్సిన్ ఆమ్లము వంటి పదార్థం కూడా కావచ్చుననీ తెలిసింది. వేరుల పెరుగుదలను ఆరుణకాంతి నిరోధిస్తుంది. ఈ నిరోధాన్ని దూరారుణకాంతి తొలగిస్తుంది. దానినిబట్టి

వేరుల ఉత్పత్తి అభివృద్ధిలను సైటోక్రోమ్ కూడా నిర్దేశిస్తున్నదని తెలుస్తున్నది.

కాండశీర్షవిభాగ కణజాలాన్ని, ఆకులు ఆద్యాంనుకూడా సూక్ష్మ జీవరహితమైన (Sterile) కృత్రిమ ద్రావణంలో పెంచవచ్చు. తరచు అబ్బురపు వేరులకూడా ఉత్పత్తి అవుతాయి. ఫెరన్ మొక్కల కాండాగ్రాలు, అంజియోస్పర్మ మొక్కల కాండాగ్రాలకంటే, ఎక్కువ స్వయం పోషకాలు. ఫెరన్ల పత్రఆద్యాలను మొక్కలనుంచి వేరుచేసి పోషకపదార్థాలగుండా యానకంలో వృద్ధిచేసి, కొన్ని పరిశోధకులు జరిపారు. వాటిద్వారా మనకు ఈ క్రింది విషయాలు తెలిసాయి.

1. కాండాగ్రంనుంచి ఒకప్రత్యేక పదార్థం వెలువడుతుంది. ఆ పదార్థం పత్రఆద్యాల క్రమాన్ని, పెరుగుదలను, పత్రపృష్టిదరాం స్వభావాన్ని నిర్ణయించి పత్రంగా విచ్ఛేదన చెందడాన్ని సాధిస్తుంది. 2. కాండాగ్రంనుంచి వెలువడే ఈ పదార్థము ఒకసారి పత్రఆద్యాన్ని ఏర్పాటుచేసిన తరువాత, పత్రాభివృద్ధికై శోధననాళికలో పోషక పదార్థాలను సరఫరాచేయుటను కొనసాగించి పత్రరూపాన్ని సాధించవచ్చునని తెలిసింది. 3. పత్రకణాల విభజన వ్యాకోచాలను కాండము నిర్దేశించి, పత్రపరిమాణాన్ని నిర్ణయిస్తుంది. దీనిని బట్టి కాండము, పత్రాల ఆద్యాల ఏర్పాటునేకాక అభివృద్ధినికూడా నియంత్రిస్తుందని స్పష్టమౌతుంది.

స్కూగ్, మిల్లర్లు (Skoog and Miller -1957) పొగాకు కణజాల వర్ధనద్వారా అంగ విభేదననుగురించి కొన్ని ముఖ్య పరిశోధనలు చేసినారు. కృత్రిమ యానకంలో లీటరుకు 2.0 మి. గ్రా. ఐ. ఏ. ఏ., 0.2 మి. గ్రా. కైనెటిన్ ఉన్నప్పుడు కాలన్ మృదు కణజాలం ముద్దగా ఉంటుందనీ, కైనెటిన్ గాఢతను పదిరెట్లు తగ్గితే (0.02 మి గ్రా. చేస్తే), ఆ కాలన్ నుంచి వేరులుపస్తాయనీ, ఆ గాఢ

తను 0.5 మి. గ్రా.కు పెంచితే కాండాలు, ఆకులు పెరుగుతాయనీ నిరూపించారు. అదేవిధంగా యానకంలో టైరోసిన్ (Tyrosine) అనే ఎమైనో ఆమ్లాన్ని కలిపితే మొగ్గలు ఉత్పత్తి అవుతాయనీ వాటి పెరుగుదల వృద్ధి చెందుతుందనీకూడా తెలిసింది. పార్క్లవు మొగ్గలను అగ్రాలలో తయారైన ఆక్సిన్లు నిర్దేశిస్తున్నాయనీ, కొన్ని పరిస్థితులలో అగ్రాధిక్య ప్రభావానికి జిబ్బరెలిన్ కూడా అవసరమనీ తెలుస్తున్నది. మరికొన్ని మొక్కలలో సైటోకైనిన్లు అగ్రాధిక్యాన్ని తొలగించి మొగ్గల పెరుగుదలను వృద్ధి చేయగలవు.

స్వరూపోత్పత్తి, అభివృద్ధి ప్రక్రియల గురించి జరిగిన ప్రయోగాత్మక పరిశోధనలలో ఎఫ్. సి. స్టీవార్డు (F. C. Steward) జరిపిన కణజాల వర్ధన పద్ధతి చాల ముఖ్యమైనది. కారబ్ ద్వితీయ పోషక కణజాలం నుండి తీసిన 2.0 మి. గ్రా. ముక్కను - ఖనిజ పదార్థాలు, చక్కెర, విటమిన్లు, ఆక్సిన్లు, సైటోకైనిన్లు (లేదా కొబ్బరి నీరు) గల యానకంలో - పెంచగా, అది 150 మి. గ్రా. ముద్దగా పెరిగింది. ఈ ముద్దలో అన్నికణాలు విభేదన చెందకుండా మృదు కణజాలంతో నిండి ఉంటాయి. యానకంలో కొన్ని పదార్థాల మార్పువల్ల ఈ కణజాలపు ముద్దనుండి సంపూర్ణమైన కారబ్ మొక్కను రూపొందించినారు. ఈ ప్రయోగంవల్ల మొక్కలలో అన్ని భాగాలలో ఉండే సజీవకణాలలో, ఒక్కొక్క కణానికి పూర్తి మొక్కగా అభివృద్ధి చెందగల గుణం (Totipotency) ఉన్నదనీ, కణాలు విచ్ఛేదన చెంది ప్రత్యేక అంగాలుగా వృద్ధి చెందడానికి - ఆ కణాలను నియంత్రించే అంతర్గత బాహ్య పరిస్థితుల, కారకాల ప్రభావం వల్ల మొక్కల లోపల (కణాల లోపల జన్యురీత్యా) వ్యక్తమయ్యే, వ్యక్తంకాని వివిధ ప్రక్రియలు కారణమనీ మనకు తెలుస్తున్నది.

ప్రకృతిలో ఏక స్థితికములు, త్రిభీజ కణముల యొక్క అనివేక జననము వలన గానీ, పిండ కోశము యొక్క ఏకస్థితిక భాగమునుండి గానీ ఉత్పత్తవుతాయి. ఏకస్థితిక మొక్కలు పురుష భాగపు స్వభావాలు కలిగి వుంటాయి ఇలాంటి విషయములలో పురుష సంయోగబీజము యొక్క ప్రవృత్తి వలన పిండము ఏర్పడినట్లు స్పష్టమైనది. ఇలాంటి ఏకస్థితికత్వము నికోటియానా, క్రెపిస్ టెక్టోరమ్ (*Crepis Tectorum*), అంటిరైనమ్ మేజస్, (*Antirrhinum Majus*), హార్డియమ్ బల్బోసమ్ X హార్డియమ్ వల్గేర్ (*Hordeum bolbosam X Hordeum Vulgare*), ఓనోథీరా స్కాబ్రా (*Oenothera Scabra*) అను మొక్కలలో కూడా 1965 వ సంవత్సరములో మహేశ్వరీ, రంగస్వామిగార్లు గుర్తించారు.

నికోటియానాలో అంతర్జాతుల సంకరతను కలుగజేయ వచ్చునని కోస్టాఫ్ (*Kostaff*) 1929లో ప్రయోగాత్మకంగా నిరూపించాడు. పురుష సంయోగ బీజము నుండి ఏకస్థితికత్వముగల మొక్కలను ఉత్పత్తి చేయగల ఆవశ్యకమును కూడా ప్రయోగాత్మకంగా చూపించాడు. ఆకాలంలో స్వరూపశాస్త్రజ్ఞులు, జన్యుశాస్త్రజ్ఞులు పుప్పొడి తిత్తుల నుండి ఏకస్థితికము గల మొక్కలను రూపొందించుటకు అనేక ప్రయత్నాలు చేసి, కొన్ని నిర్దిష్ట పద్ధతులను రూపొందించారు. గత పది సంవత్సరాలలో ఏకస్థితిక మొక్కలను కణజాల వర్ధనము ద్వారానూ, అంగవర్ధన విధానాల ద్వారానూ ఉత్పత్తి చేయగలిగారు.

దతురా ఇన్నోక్సియా (*Datura Innoxia*), దతురా స్ట్రోమోనియమ్ (*Datura Stromonium*) మొక్కలు, పుప్పొడికోశముల నుండి ఏకస్థితిక మొక్కలుగా విభేదన చెందడం ఢిల్లీ విశ్వవిద్యాలయంలో గమనించారు. పుప్పొడి రేణువులు ఏక, లేక ద్వికేంద్రక పరిస్థితిలో ఉన్నప్పుడు పరాగ

కోశాల్ని నిష్ (Nitsch's) యానకంలో గానీ, హెల్లర్స్ (Hellers) బోరి యానకంలో గానీ ఉంచి, గుహ మహేశ్వరి 1964 లో పె.చారు. ఈ యానకాలలో ముఖ్యంగా ఇండోల్ యసిటిక్ ఆమ్లము (IAA), 2-4. డైక్లోరో ఫీనాక్సి యసిటిక్ ఆమ్లము (2-4,D), కైనిటిన్ (Kinetin), కొబ్బరి నీళ్లు, ప్రకిణ్యసారము (Yeast Extract), కేసిన్ జలవిశ్లేషణ ద్రావణము చేరి ఉంటాయి. ఆ ప్రయోగమున అండకోశముల నుండి ఏకస్థితికము గల పిండోత్పత్తి జరుగుటను గమనించారు.

ఆపుత బీజాలలో అండాశయముల అభివృద్ధికి పరాగసంపర్కము, ఫలదీకరణము తోడ్పడగా చివరకు వలము రూపొందును. ఫలదీకరణముచెందిన అండాలును అండాశయమునుండి తీసివేసినచో, అండాశయపు పెరుగుదల నిరోధించ బడుతుంది. అండాశయముయొక్క పెరుగుదలకు సంబంధించిన అనుక్రియలను పరాగసంపర్కము జరుగక ముందున్నూ, జరిగిన తరువాతనూ, అంగవర్ధన పద్ధతిద్వారా, తెలుసుకొన వచ్చును. ఈ పద్ధతిని లారూ (*Larue - 1942*) జెన్సన్, బోనర్లు (*Jensen & Bonner-1949*) జే. పి నిష్ (*J. P. Nitsch 1949, 1951*), రూపొందించారు. పరాగసంపర్కము చెందిన అండాములను కృత్రిమ యానకముపై పెంచుటకు ఢిల్లీ విశ్వవిద్యాలయములో ప్రయత్నములు జరిగినవి. కృత్రిమములైన పండ్లను సహజములగు పండ్లవలె పెంచుటయందు శాస్త్రజ్ఞులు కృతకృత్యులైనారు.

అంకురచ్ఛదపు ఒక ప్రత్యేకమైన కణజాలమున స్వరూపొత్పత్తిలో జరిగే అనుక్రియలను అవగాహన చేసికొనటకు అంకురచ్ఛద కణజాలవర్ధన పద్ధతిని రూపొందించారు. సంతాలేసి (*Santalaceae*), లోరేంథేసి (*Loranthaceae*) మొక్కలజాతుల అంకురచ్ఛదములను జయప్రదముగా వర్ధనము

చేయగలిగారు. అంతేకాకుండా పిండములనుకూడా కృత్రిమ యానకముమీద పెంపగలిగారు,

హేబర్లాండ్ ( Haberlandt ) ఊహించిన విధంగా బహిర్గత కణజాలవర్ధన పద్ధతులు మొక్కల పెరుగుదల ప్రవర్తన, అభివృద్ధి, శాకీయ పునరుత్పత్తి, కణముల కణజాలముల అంగముల నియంత్రణ విధానము అనువానిని గురించి తెలుసుకొనుటకు వీలకలిగినది. ఈ పద్ధతి,

(ఎ) తన విరుద్ధతను కొన్ని విషయములలో అతిక్రమణ చేయుటకు;

(బి) వేరుచేసిన సంకర పిండములను పరిష్కర్ష దశవరకు పెంచుటకు (మామలుగా కొన్ని సందర్భాలలో ఇలాంటి పేదాలు అభివృద్ధి చెందడం మానుకొంటాయి. కొన్ని సందర్భాలలో పిండములను అండము నుండిగాని, అండాశయము నుండిగాని వేరు చేయుట చాలకష్టము. అందుచేత పిండములను అండాశయమును వర్ధనముచెందించుట అవసరము);

(సి) పొందుపరుపబడిన ఆండకోశము మీదా, బహిర్గతమైన పరాగ సంపర్కమునో లేక కీలమునో కీలాగ్రమునో తీసివేసిన అండాశయముమీదా లేక జరాయవు మీదా వుట్టిన అండములు లేక నిష్కర్షితమైన అండములు ప్రకృతి సిద్ధమైన అంకురచ్ఛదము, పిండము, విత్తనము, ఫలముగా క్రమరీతిగా అభివృద్ధి నొందుటకు;

(డి) రసాయనిక కారకములవలన ఏకకణములనుండిగానీ, కణజాలమునుండిగానీ శాకీయతనూ, పునరుత్పత్తి అవయవాలుగల బహుపిండత్వమునూ కలుగజేయుటకు;

(ఇ) అనిషేక జననమువలన విత్తనములు లేని ఫలములను తయారుచేయుటకు,

(యఫ్) ఆండకోశములనుండి ఏకస్థితికత్వముగల మొక్కలను, అంకురచ్ఛదమునుండి త్రియకస్థితి (Triploid) గల మొక్కలను అభివృద్ధి జేయుటకు తోడ్పడినది.

1970 వ సంవత్సరములో కాకింగ్ (Cocking) అను శాస్త్రజ్ఞుడు జీవపదార్థమును కృత్రిమ యానకముపై వర్ధనము చెందించుటలో కృత కృత్యుడైనాడు. ఎంజైముల సహాయముతో కణ కవచమును వేరుచేయగలిగాడు. వేరుచేయగా వచ్చిన మొక్కల జీవపదార్థముల మధ్య కలయికను నిరూపించినాడు. కాని రెండు జీవపదార్థములలోని కేంద్రకముల మధ్య కలయికను మాత్రం గమనించుటలో సఫలీకృతుడు కాలేకపోయాడు. భవిష్యత్తులో శరీరధర్మ శాస్త్రజ్ఞులు రెండు జాతుల మొక్కలకణాల జీవపదార్థముల మధ్య కలయికను సాధించ గలిగినచో మనకు కావలసిన శాకీయ సంకరములను ఉత్పత్తి చేయుటకు అది తోడ్పడుతుంది.

#### FURTHER READING

Steward; F. C. (1968). Growth and Organisation in plants. Addison-Wesley, Reading, Mass.

Wareing , P. F. & Phillips I. D. J. (1970). The Control of Growth and differentiation in Plants. Pergamon Press Ltd.

Johri, B. M. (1971). Differentiation in Plants, tissues, cultures. Presidential address - 58th Session of the Indian Science Congress.

డా॥ పి. మల్లికార్జునస్వామి.

## 88. మిథఃక్రియామండలాలు-పిండోత్పత్తి

(Interacting Systems in Development)

గ్రుడ్డులోనుంచి పిల్ల పస్తుందని అందరికీ తెలిసిన విషయమే. కాని ఇందులో తెలియని విషయాలు చాలా వున్నాయి. అసలు గ్రుడ్డులోనుంచి ఎందుకు రావాలి? గ్రుడ్డులోనుంచి ఎలా రాగలుగుతుంది? కోడిగ్రుడ్డులోనుంచి కోడిపిల్లయే ఎందుకు రావాలి? మరి బాతుపిల్లో, కప్పపిల్లో, ఎలుకపిల్లో ఎందుకు రాకూడదు. ? మిథః క్రియారీతి (Inter Acting) లో పని చేసే మండలాలున్నాయనీ, వీటి ఫలితంగానే పిండోత్పత్తి జరుగుతుందనీ తెలుసుకుంటే ఈ ప్రశ్నలన్నింటికీ సమాధానాలు తెలిసినట్లే!

అండానికి, శుక్రకణానికి మధ్యజరిగే చర్యాపచర్యలే (Interactions) పిండోత్పత్తికి నాంది. దీని ఫలితంగానే ఫలదీకరణ జరుగుతుంది. దీనిలో ముఖ్యంగా రెండు సంఘటనలు జరుగుతాయి. అండములోని క్రోమోజోములతో శుక్రకణ-క్రోమోజోములు చేరి వాటిసంఖ్యను ద్వయస్థితి (Diploidy)కి తెస్తాయి. ఇదే జరగని పక్షములో, పిండాభివృద్ధి దుర్లభము. ఇంతేకాక ఫలదీకరణవల్ల అంత వరకు అభివృద్ధిసామర్థ్యాన్ని పోగొట్టుకుంటూ ఉన్న అండము ఈ సామర్థ్యాన్ని పుంజు కొంటుంది. దీనినే క్రియోడ్టీపనం (Activation) అంటారు. సామర్థ్యము పుంజుకోవడంతో పిండోత్పత్తికి దారి ఏర్పడుతుంది. ఫలదీకరణ జరగకపోతే అండము క్రమేణా క్రియాశీలతను కోల్పోయి షీజీస్తుంది. ప్రకృతిలో దీనికి కొన్ని అపవాదములు (Exceptions) లేకపోలేదు. ఉదాహరణకు లేనేటిగలలో, కంగిరీగలలో మగవి ఫలదీకరణ లేకుండానే అండంనుంచి అవతరిస్తాయి. ఈ దృగ్విషయాన్ని

అనిషేక జననం (Parthenogenesis) అంటారు. ఇది చేపలా, కప్పలు, టర్కిష్ పక్షులలోకూడా అక్కడక్కడ కన్పిస్తున్నాయి. పరిశోధనాపూర్వకంగా కృత్రిమంగా అండాన్ని బొతిక లేదా రసాయనిక ప్రేరణకు గురిచేసి అనిషేక జననానికి దారి తీయించవచ్చు.

ఫలదీకరణవల్ల ఏర్పడ్డ సంయుక్త బీజము (Zygote) పిండాభివృద్ధికి మూలము. ఇది సక్రమంగా జరగాలంటే రెండో పిడమైన చర్యాపచర్యలు జరగవలసి వుంటాయి. ఇవి కేంద్రకానికి దాని నావరించే కణపదార్థానికి మధ్య జరుగుతాయి. అండములోని వివిధ ప్రాంతాలలోని కణపదార్థము ఒకే లాగున ఉండదు. రసాయనికంగా కొంత వైవిధ్యం ఉంటుంది. ఇలా ఏదో ప్రత్యేకత కలిగి తక్కిన ప్రాంతాలకు భిన్నంగా ఉండే ప్రాంతాన్ని అండ పదార్థము (Ooplasm) అంటారు. విభజనము (Cleavage) జరిగేటప్పుడు కణపదార్థ విభజన జరిగి, అండములోని వివిధ అంశపదార్థాలు వివిధ అండఖండితాల (Blastomeres) లో ఇముడుతాయి. వీటిలోకి పిల్ల కేంద్రకాలుకూడా చేరుతాయి. ఈ పిల్ల కేంద్రకాలన్నీ సంయుక్త బీజకణానికుండే ఒకే ఒక కేంద్రమునుండి సమ విభజనద్వారా అవతరించుటచేత అన్నీ ఏకరూపంగా (Identical) ఉండడం సహజము. కాని ఇవి అండఖండితాలను చేరాక వాటిలోని భిన్న అండ పదార్థాల ప్రభావానికి గురిఅవుతాయి. ఈ కారణంగా వివిధ అండఖండితాలలోని, పిల్ల కేంద్రకాలలో వివిధ జన్యువులు (Genes) క్రియోడ్టీపనము చెందుతాయి. ఇలా అండపదార్థాల ప్రభావంవల్ల, పిల్ల కేంద్రకాలలో

ఇంతవరకు లేని వై విధ్యం ఇప్పుడే ఏర్పడుతుంది. క్రియోడీప్తనం చెందిన జన్యువుల ప్రభావం వలన, పిల్ల కేంద్రకాల నావరించియున్న అండపదార్థాలలో మార్పులు సంభవించి, వాటిరసాయనికస్థితి మారుతుంది. అండ పదార్థములో వచ్చిన ఈ రసాయనిక స్థితిమార్పు, తన ప్రభావాన్ని తాను ఆపరించే పిల్ల కేంద్రకంలోని మరికొన్ని జన్యువుల పైన చూపుతుంది. దీనివల్ల చర్యకు పూనుకొన్న జన్యువులను అపడమో, పూనుకొని వాటిని చర్యాగతిన పడద్రోయడమో జరుగుతుంది. ఇలా పిల్ల కేంద్రకము తనచుట్టున్న కణపదార్థముతోనూ, కణపదార్థము తాను ఆపరించియున్న పిల్ల కేంద్రకముతోనూ, చర్యాపచర్యలు జరుపుతాయి. దీనినే రసాయన విభేదనము (Chemo Differentiation) అంటారు. ఇది జరిగేటప్పుడే అంధఖండితాలు విభేదనా నిర్ణయం (Determination) తీసుకొంటాయి. తాను బహిస్త్యచములో ఉండి నాడీమండలములోనో, బాహ్యచర్మంలోనో చేరాలో లేదా మధ్యత్యచంలో చేరి, ఏ కండరకణంగానో, వృక్కకణంగానో రూపొందాలో లేదా అంత స్త్యచములో చేరాలో అన్న నిర్ణయం ఈ రసాయన విభేదన కాలముననే జరుగుతుంది.

విభేదనా నిర్ణయం జరిగినంత మాత్రాన అంధఖండితాలు తాము నిర్ణయించు కొన్నట్లు ఏనాడీ కణంగానో, వృక్కకణంగానో, కండర కణంగానో విభేదనము చెందలేవు. విభేదనా నిర్ణయం తీసుకొన్నందువల్ల తాను నిర్ణయించుకొన్న విభేదనము కోసమే ప్రయత్నిస్తుంది. దాని నిర్ణయం ఫలింబాలంటే మరోరకపు చర్యాపచర్యలు జరుగవలసియుంటుంది. ఉదాహరణకు నాడీమండల విభేదనాన్ని గమనిద్దాము. నాడీమండల కణాలుగా రూపొందాలని విభేదనా నిర్ణయం తీసుకొన్న అంధఖండితాలు, బహిస్త్యచములోనే ఉండి స్వరూప ధారణా చలనం (Morphogenetic movements) ద్వారా, సరిగ్గా పృష్ఠతలాన అక్షీయ మధ్యత్యచ కణాల (Axial Mesoderm) తో

స్పర్శ ఏర్పరచుకొంటాయి. కాబోయే నాడీమండల కణాలకూ అక్షీయ మధ్యత్యచ కణాలకూ మధ్యన ఈ స్పర్శ ఏర్పడకపోతే, కాబోయే నాడీమండల కణాలు, నాడీమండల కణాలుగా విభేదనము చెందలేవు. కనుక అక్షీయ మధ్యత్యచ కణాలు, ఈస్పర్శ ద్వారా పైనున్న కాబోయే నాడీమండల కణాలపై తమ ప్రభావము చూపుతాయి. ఈ ప్రభావము నాడీమండల కణాల విభేదనానికి దోహదము చేస్తుంది. ఇలా ఒక కణజాలము మరో కణజాల విభేదనాన్ని స్పర్శద్వారా ప్రేరేపించడాన్ని విభేదన ప్రేరణ (Induction) అంటారు. అక్షీయ మధ్యత్యచ కణాలకు నాడీమండల విభేదన ప్రేరణ సామర్థ్యమున్నదని చెప్పాలి. ఈ సామర్థ్యమాన్నా, ఎట్టి కణాలనన్నా నాడీమండల కణాలుగా విభేదనము చెందినలేదు. దీని ప్రభావానికి గురిఅయ్యే కణాలకు ఈ ప్రేరణకు అనుక్రియగా (In Response to) ప్రవర్తించగల సామర్థ్యం ఉండాలి. దీనినే విభేదనార్హత (Competence) అంటారు. కాబట్టి పిండోత్పత్తి సక్రమంగా జరగాలంటే విభేదనార్హత కల కణజాలము సరియైన విభేదన ప్రేరణ సామర్థ్యము కల కణజాలాన్ని సృష్టించాలి. రెండు కణజాలాల మధ్య చర్యాపచర్యలు జరగాలి. ఇవికూడా సకాలంలోనే జరగాలి. లేనట్లయితే విభేదన ప్రేరణ సామర్థ్యము, విభేదనార్హత సరియైన పాళ్లలో లేక, విభేదనములో లోటు కనుపించవచ్చు. కాలంతో పాటు ఈ రెంటిలోనూ మార్పులు జరుగుతుంటాయి. ఒక అభివృద్ధి దశలో ఒక కణజాలాని కున్న విభేదనార్హతగానీ, విభేదన ప్రేరణ సామర్థ్యముగానీ మరో కణజాలానికిగానీ, మరో దశలో అదే కణజాలానికిగానీ ఉండవు. అందువల్ల వివిధ కణజాలాలు, సరియైనవి, సరియైనవాటితో, సరియైన చోట, సకాలంలో చర్యాపచర్యలు జరుపనిదే పిండోత్పత్తి సక్రమంగా జరుగజాలదు.

పైనచెప్పిన విధంగా అండ-శుక్రకణాల మధ్య కేంద్రక-అండ పదార్థాల మధ్య, కణజాలాల మధ్య



చర్యాపచర్యలు జరుగుటవలన అండమునుండి పిల్ల రాగలుగుతుంది. అండములో వివిధ అండపదార్థాలు ఉండడంవల్ల అండ-శుక్రకణాలమధ్య, కేంద్రక-అండ పదార్థాలమధ్య, చర్యాపచర్యలు జరుగగలుగు తున్నాయి. కనుక అండానికుండే నిర్మాణ, రసాయనిక వ్యవస్థ, అండమునుండే పిల్ల రావడానికి కారణమని చెప్పాలి. మరి ఏ ఇతర కణానికి ఈ వ్యవస్థ లేకపోవడంవల్ల, ఈ కణాలు పిండోత్పత్తికి నాంది పలుకలేవు. అండము పిండోత్పత్తికిగాను ప్రత్యేకంగా విభేదనము చెందిన ప్రౌఢ జీవ కణమని చెప్పితే అతిశయోక్తికాదు. ఇలా ప్రత్యేకంగా పిండోత్పత్తికిగాను విభేదనముచెందే సమయంలో ఆ కణము పిండోత్పత్తికొరకై కావలసిన సమాచారమును, ద్రవ్యమును, శక్తి సామర్థ్యములను సేకరించి, సంపాదించి, అండముగా రూపొందు తుంది. కావలసిన సమాచారమంతా దాని కేంద్ర కంఠాని దీ ఆక్సి రైబో కేంద్రకావ్లవు పోగుల లోనూ, వీటినుండి ప్రతిలిఖనము (Transcribe) చెందిన రైబో కేంద్రకావ్లవులోను గుప్తపరుస్తుంది. అండము తక్కిన కణాలన్నింటికన్న చాల పెద్ద పరిమాణంలో ఉండడమే, అది ద్రవ్యాన్ని సేకరించడానికి తార్కాణము. ఈ ద్రవ్యము పిండాన్ని సృష్టించేందుకూ, శక్తిని కలుగజేయడానికి వినియోగపడుతుంది. ఈ ద్రవ్యములో అధిక భాగము పీతకము (Yolk) గా ఉంటుంది. పిండాభివృద్ధితోబాటు పీతకము తరిగి పోవడానికిదే కారణము. పిండోత్పత్తి అరంభము అండ-శుక్రకణాల మధ్య జరిగే చర్యాపచర్యల వైనా, పిండాభివృద్ధి కేంద్రక - అండ పదార్థాల మధ్యన కణజాలాల మధ్యన జరిగే చర్యాపచర్యలవైనా ఆధారపడి యున్నా-ఎటువంటి పిండము ఉత్పత్తి కావాలన్నది అండము సేకరించుచున్న సమాచారముపై ఆధారపడి యుంటుంది. కోడిగుడ్డునుండి కోడిపిల్లే రావడానికిదే కారణము. కోడిగుడ్డు, తల్లికోడి అండాశయములో అండముగా రూపొందేటప్పుడు తల్లికోడి

నుండి సేకరించే సమాచారము కేంద్రకము లోని కేంద్రకావ్లవులోనే కాక కొంత కణపదార్థములో కూడా గుప్తము చేయడంవల్ల, అండములో మనము అండపదార్థాలుగా గుర్తించే ప్రాంతాలు పిండాభివృద్ధిలో ముఖ్యపాత్ర వహించ గలుగుతున్నాయి. పరిశోధనా పూర్వకంగా కప్పయొక్క కణజాలాన్ని విభేదనా ప్రేరణకుగాను ఉపయోగించి, విభేదనార్హత గల కోడి కణజాలాన్ని ప్రేరేపించితే కోడిపిండమో, పిండభాగమో లేదా కోడి అవయవమో, అంగమో విభేదనము చెందుతుందే గాని, కప్పతాలూకు భాగాలు విభేదనము చెందవు. విభేదనము చెందేవి కోడి కణజాల మైనందువల్ల, దానిలో గుప్త పరచిన సమాచారాన్ని బట్టి విభేదనము జరుగుతుందే గాని ప్రేరేపించే కప్ప కణజాలంలోని సమాచారాన్ని బట్టి జరుగదు. కనుక కోడిగుడ్డు నుండి వేరే పిల్ల రావడానికి అవకాశము లేదు.

మనోవికాసానికి పఠనాదారాలు.

1. C. R. AUSTIN - "Fertilization" - Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. 1965.
2. M. SUSSMAN - "Growth and Development" - Prentice Hall of India Private Limited. New Delhi. 1963.
3. CHR. P. RAVEN - "An Outline of Developmental Physiology" - Pergamon Press. London. 1959.
4. N. T. SPRATT - "Introduction to Cell Differentiation" - Chapman and Hall Limited. London. 1966.
5. F. J. GOTTLIEB - "Developmental Genetics" - Chapman and Hall Limited. London. 1966.
6. J.D. EBERT - "Interacting Systems in Development" - Holt Rinehart and Winston Inc. 1965.

డా॥ పి. వెంకటేశ్.

## 89. ఆవరణ వ్యవస్థలు

భూగోళంమీద ఉండే మొక్కల వ్యాప్తిని గురించి తెలుసుకొనుటకుగాను వృక్ష ఆవరణ శాస్త్రము తోడ్పడుతుంది. వృక్ష ఆవరణ శాస్త్రములో వృక్ష భూగోళశాస్త్రము అతిముఖ్యమైనదని గ్రహించాలి. ప్రపంచమంతటా మొక్కలవ్యాప్తించి ఉండటాన్ని మనము గమనిస్తూనే ఉంటాము. కాని, కొన్ని కొన్ని ప్రదేశాలలో నిర్దిష్టమైన (వృక్ష) సమూహాలను మాత్రమే గమనింప గలుగుచున్నాము. ప్రపంచములో వివిధ రకాల శీతోష్ణ స్థితులను గమనించుటవల్ల, వాటివల్లనే వృక్షాలలో మార్పులను చూడగలుగుచున్నాము. ప్రపంచంలోని వివిధ ఆవరణ వ్యవస్థలను గురించి క్లుప్తంగా తెలుసుకొందాము.

**ఉష్ణమండల వర్షారణ్యాలు :**

సాధారణంగా ఈ రకపు అడవులు ఎల్లప్పుడూ తేమగలిగి, ఉష్ణము లభ్యపడే ప్రదేశాలలో ప్రబల వంతముగా ఉంటాయి. సంవత్సర వర్షపాతం 250 సెంటీమీటర్లకు మించిఉన్న ఉష్ణమండల ప్రాంతాలలో ఈ అరణ్యాలు కనబడుతాయి. ఈ ప్రాంతాలలో జలాభావపు పరిస్థితులను గమనించలేము. తత్ఫలితంగా వృక్ష, జంతు సముదాయాలను అత్యధికంగా గమనింపవచ్చు. ఉష్ణమండలపు అమెరికా, అమెజాన్ బేసిన్, ఈస్ట్ ఇండిన్, ఆఫ్రికాలో ఈ అరణ్యాలు ఉన్నాయి. భూమధ్యరేఖా ప్రాంతాలకు రెండువైపులా విస్తారంగా ఉష్ణమండల వర్షారణ్యాలు ఏమాత్రం సంక్షోభం చెందకుండా ఉన్నాయి. భారత దేశంలో పశ్చిమ కనుమలు, అస్సామ్, మైసూరు, కేరళలోని కొన్ని ప్రాంతాలలో ఈ అడవులు విస్తరించి వున్నాయి. విలక్షణమైన వర్షారణ్యాలలో వృక్షాలు స్పష్టమైన అంతస్తులలో ఉంటాయి. ప్రబలవృక్షాలు సాధారణంగా 80-125 అడుగులు ఎత్తుఉండి,

వీటిలో కొన్ని 200 అడుగులవరకు ఎదిగి, మిగిలిన వృక్షాలను పూర్తిగా నీడలో పెరిగేలాగు చేస్తాయి. కానీ భారతదేశంలోని ఉష్ణమండల వర్షారణ్యాలు శీతోష్ణస్థితి సంబంధమైన పరాకాష్ఠను చూపి, ఏ విధమైన అంతస్తులను చూపవు. వీటిలో పైకి ఎగబాకే మొక్కలు, దాదయుత లయెన్లు అధికంగా ఉంటాయి. పొవేనీ కుటుంబానికి చెందిన మొక్కలు స్వల్పంగా కనబడుతాయి. ఆవరణ వ్యవస్థలన్నిటిలోనూ ఉష్ణమండల వర్షారణ్యాలలో మాత్రమే అధికంగా వృక్ష సంపదను గమనించుట జరుగుతుంది. అర్కిరేనీ కుటుంబానికి చెందిన వేల ప్రజాతులను ఈ రకపు అడవులలో గమనించెదము. ఎత్తుగా ఎదిగే వృక్షాలకు ప్రబలంగా చూడవచ్చు. ఇవి డీప్ థ్రీడ్ కాల్మేనీ, మాగ్నోలియేనీ, మిర్బేనీ, లారేనీ, గట్టెఫెరే, మిలియేనీ, అనకార్డియేనీ కుటుంబాలకు చెందినవిగా ఉంటాయి. అనేక మైన గుల్మాలనుకూడా గమనించవచ్చు. ఇవి యుబియేనీ, అకాంథేనీ, అనోనేనీ, అమరిల్లిడీ, అర్కిథేనీ, లివియేనీ కుటుంబాలకు చెంది ఉంటాయి. అనేక ఫెర్న్లనుకూడా గమనింపవచ్చు.

ఉష్ణమండల వర్షారణ్యాలనుండి అత్యధికంగా మానవజాతికి అవసరమయ్యే వస్తువులను, సేకరింపవచ్చు. ఆర్థికదిగుబడి అధికంగా ఉంటుంది. సాధారణంగా భూమి ఉపరితలాన వృద్ధిచెందే భాగాలనుండి 10-20 గ్రాముల కర్చనపు పదార్థమును ప్రతి చదరపు మీటరుకు ఒకరోజులో పొందవచ్చు. వృక్షాలలో ఎక్కువగా కర్చనపు పదార్థము దారుయిత కాండముల వృద్ధికొరకు వ్యయమవుతుంది. వన్యజీవులసంపద, కోతులు, లెమూర్లు, పాములు, పక్షులు, వివిధ రకాల కీటకాలు మున్నగునవి అధికంగా ఉంటాయి. టర్నైట్లు, బాక్టీరియమ్లు,

శీర్షింధ్రాలు మున్నగు విచ్చిన్నకారులనుకూడా గమనింపవచ్చు. ఉష్ణమండల వర్షారణ్యాలను సంక్లిష్ట ఆవరణ వ్యవస్థగా పరిగణింపవచ్చు. ఒకసారి గనుక వననిర్మూలన జరిగినచో తిరిగి పరాకాష్ఠ నొందిన వృక్షసంపద వృద్ధిపొందుట అసంభవమని చెప్పవచ్చు.

**పచ్చిక బయళ్ళు :** మృత్తికమీద పెరిగే వృక్ష సంపదలో పొవేసి కుటుంబానికి చెందిన జాతులు అధికంగా ఉండే ప్రదేశాలను పచ్చిక బయళ్లు అంటారు. మనదేశంలో ప్రకృతిసిద్ధమైన అటవీ వృక్ష సంపదమీద మానవుని ప్రభావం చేత ఏర్పడ్డ పచ్చికబయళ్ళను, నీలిగిరి కొండలలోను, ఆర్రెన్ మైదానంలోను గమనించగలుగుచున్నాము. భారతదేశంలో సహజపరిస్థితులలో ఉండే పచ్చికబయళ్ళను గమనించలేము. సహజమైన పచ్చికబయళ్లు ఆభివృద్ధిచెంది పరాకాష్ఠ ప్రమాణాన్ని పొందటానికి తరచుగా వేసవి కాలములో వర్షపాతము, తగినంత లేమి, ఉష్ణము ముఖ్యములు. సర్వసాధారణంగా పచ్చికబయళ్ళలో పెద్ద గుళ్ళాలు, వృక్షాలు అభివృద్ధి చెందుటచే పచ్చగడ్డి పెరుగుదల తగ్గిపోయి అచ్చట వృక్షసంపద పూర్తిగా మారిపోతుంది. సహజ పరిస్థితులలో పచ్చికబయళ్లలో పెద్దవృక్షాలు పెరుగుటవల్ల ఈ విధమైన ప్రదేశాలను సవన్నాలు అంటారు. ఉష్ణమండలాలలో వృద్ధిచెందే పచ్చికబయళ్ళకు సాధారణంగా 150 సె. మీ. వర్షపాతం అవసరము. సమశీతోష్ణపు పచ్చికబయళ్ళకు 80. సెం.మీ అవసరము.

అడవులలో వలెగాక పచ్చికబయళ్ళ సముదాయములవల్ల నిర్దిష్టమైన మృత్తిక ఏర్పడుతుంది. గడ్డిమొక్క కొలదికాలము మాత్రమే జీవించి విశేషమైన కర్చన శీథిలాలను మృత్తికలో విడిచి, మృత్తికలోని కర్చన పదార్థమును, హ్యూమిఫికేషన్ వల్ల అధికంచేస్తుంది. అందువల్లనే అడవులలోని

మృత్తికమాదిరిగా పచ్చికబయళ్ళలోని మృత్తిక కూడా దాదాపు 5 నుండి 10 రెట్లు హ్యూమన్ అధికంగా పొంది ఉంటుంది. సాధారణంగా నల్లని మృత్తికను కలిగిన పచ్చికబయళ్ళు మానవుని కవసరమయ్యే ఆహారానికి అనువగు మొక్కజొన్న, గోధుమ మొదలగు ప్రజాతులను సాగు చేసుకొనేందుకు బాగా ఉపయోగపడతాయి.

భారతదేశంలోని పచ్చికబయళ్ళను వాటి జీవసంబంధ కారకాలను అనుసరించి ముఖ్యంగా మూడురకాలుగా విభజన చేయవచ్చు: జీరోఫింస్, మాసోఫింస్, హైగోఫింస్ రకాలు. మనదేశంలోని పచ్చికబయళ్ళలో సింబోపోగాన్, ఆండోపోగాన్, ఎరగ్రాస్టిన్, ఇస్కిమమ్, తెమెడా, డిజిటేరియా, క్లోరిన్, సయనోడాన్, హెబిరోపోగాన్, సెంథరన్ మొదలైన వాటికి చెందిన ప్రజాతులు ఎక్కువగా పెరుగుతాయి.

**ఎడారులు :** శీతోష్ణ పరిస్థితులు జలాభావ స్థితితోకూడి, వాతావరణము పొడిగా ఉండి, వర్షపాతము అల్పంగానూ క్రమరహితంగానూ ఉండే ప్రదేశాలను ఎడారులు అంటారు. ఎడారులలో వృక్షసంపద ముళ్ళతో కూడిన పొదలతోను, రసయతమైన మొక్కలతోను, అల్పకాలిక ఏకవార్షికాలతోను కూడిఉంటుంది. ముఖ్యంగా ఎడారిలో వృక్షసంపద మృత్తిక స్వభావాన్ని బట్టి, శీతోష్ణస్థితి సంబంధాన్నిబట్టి, మారుతుంది. ఎడారులలో మృత్తిక బంజరుభూమివలె కానవుతుంది. అపుడపుడు పడే వర్షమునకు పిమ్మట ఎడారులను గమనించిన అక్కడక్కడ పచ్చని ఏకవార్షికాలు పెరగటం గమనింపవచ్చు. ఎడారులలో అసతికాలం ఉపమృత్తికలో జీవించిఉన్న విత్తనాలు, వర్షము పడ్డ వెంటనే, త్వరితగతినీ మొలకెత్తి వాటి జీవిత చక్రాన్ని స్వల్పకాలంలోనే పూర్తి చేసుకుంటాయి.

ఎడారులను రెండు రకాలుగా విభజన చేయవచ్చు: ఉష్ణపు ఎడారులు, శీతలపు ఎడారులు. రెండింటినూ వర్షపాతము అల్పంగానే ఉంటుంది. ఉష్ణపు ఎడారులు ఉష్ణ, ఉపఉష్ణ మండల ప్రాంతాలలో విస్తరణ చెందుతాయి వీటిలో ఉష్ణమండలాలకు చెందిన వృక్షజాతులను గమనించవచ్చును. శీతలపు ఎడారులలో ఎదిగే మొక్కలు ప్రమాదకరమైన శీతాకాలపు స్థితిపైన ఆధారపడి ఉంటాయి. బురదనీటి సంబంధపు వృక్షసంపద సముద్రపు నీటిపోటులో ఉండే వృక్ష సంపద, ఇసుక దిబ్బల సంపదతో కూడి ఉంటుంది. ఎడారి ఆవరణ స్థితులలో దిగుబడి అల్పము. జలాభావస్థితితో అధికకాంక్ష ఉండుటచేత ఎడారి ప్రాంతాలలో వృక్షసంపద యొక్క అభివృద్ధిరేటు అత్యల్పముగా ఉన్నందున, కర్చనపుపదార్థపు దిగుబడి స్వల్పంగా ఉంటుంది.

భారతదేశంలో ఎడారులు ముఖ్యంగా పంజాబు, రాజస్థాన్, కచ్, ఉత్తర గుజరాత్ మొదలగు ప్రాంతాలలో ఉన్నాయి. జలాభావ, అర్ధ ఎడారి వృక్ష సంపదలను ఈ ప్రాంతాలలో గమనించవచ్చు. ఈ ప్రదేశాలలో సంవత్సర వర్షపాతము 200 మి.మీ మించి ఉండదు. మృత్తికస్వభావము మారుతూ ఉంటుంది. అధికంగా ఇసుక, కంకర రాళ్లతో కూడిన ప్రదేశాలను గమనించవచ్చు. ఈ ప్రదేశాలలో వృక్షాలు చాల కొద్దిగా ఉంటాయి. వాటి పెరుగుదల గిడసబారి ఉంటుంది. ఈ ప్రాంతాలలో ఎదిగే మొక్కలు జలాభావాన్ని తప్పించుకోవటం, సహించుట, ఎదుర్కొనడం మొదలైన ప్రక్రియలలో ఆరితేరి ఉంటాయి. ఎడారి ప్రాంతాలలోని వృక్షాలు, లోతైన ప్రాంతాలలోని అంతర్జలమును గ్రహించుటకై పొడవైన మూలవ్యవస్థను పెంపొందించుకొంటాయి. అకాసియా, అరాబికా, పాఘ్యలన్ యూప్రాట్రికా, ప్రోసోపిస్ సైసిజీకా, టామరిక్స్ డయోకా, కాపొరిన్ ఎపిల్లా, మొదలగు వృక్షాలు

ప్రబలంగా విస్తరణ చెంది ఉంటాయి. పొదలతో కూడిన ఎడారిమొక్కలను కూడా గమనించవచ్చును. కలోట్రాపిస్ ప్రొసిరా, ఆగేష్ అమెరికానా, ఒపనేషియా డిల్లీనై, జిజిఫస్ కుములేరియా ప్రబలమైనవిగా భావింపవచ్చు. ఆర్టిమోన్ మెక్సికానా, కార్టామస్ టెంక్టోరియస్, సోలానామ్ నైగ్రమ్, సోజాంథోకార్పమ్, ట్రిబ్యులస్ వెరెస్టిగిస్ మున్నగు గుల్మాలను కూడ గమనించవచ్చు. గుల్మకారపు మొక్కలు అన్నీ అల్పకాలికమైనవని గమనించాలి.

### సమశీతోష్ణపు అరణ్యాలు :

ఈ అడవులు సాధారణంగా 5000 అడుగుల కంటే ఎత్తైన కొండలలో ఉంటాయి. వీటిని షోరాలు అనికూడా అంటారు. అన్నిరకాల వృక్షాలు, పొదలు, గుల్మకారపు మొక్కలతో వృక్షసంపద కూడి ఉంటుంది. వృక్షాల కాండాలు సామాన్యంగా వృక్షోపశీవులైన మాన్ మొక్కలతోను ఇతర లయేన్లతోను, ఫెరెన్లతోనూ కప్పబడి ఉంటాయి. ఇక్కడి వృక్షాలలో ఆక్టోకార్పస్ హిరూంటా, హోపియా, సల్మారియా మలబారికా మున్నగునవి చెప్పుకోదగినవి. పొదలతో కూడిన వృక్ష సంపదలో ముఖ్యంగా పాపిలియోనేసి, రూబియేసి, ఆకాంథేసి, కుటుంబాలకు చెందినవి ఉంటాయి. గుల్మకారపు మొక్కలు కంపోసిటీగ్రామినే, రూబియేసి, లెగూమినేసి, కుటుంబాలకు చెందినవిగా ఉంటాయి. అనేక ఫెరెన్లు, ముఖ్యంగా పాలిపొడి యేసి కుటుంబానికి చెందినవి, సెలాడినెల్లా మొదలగునవి కూడా ఉంటాయి.

### శృంగాకార వృక్షారణ్యాలు :

శృంగాకార వృక్షారణ్యాలలో వృక్షసంపద ముఖ్యంగా శృంగాకార వృక్షాలలో కూడి ఉంటుంది. భారతదేశంలో శృంగాకార వృక్షసంపద సమశీతోష్ణ హిమాలయాలలో 2000 నుండి 4000 వేల మీటరుల ఎత్తుగల ప్రాంతాలలో వ్యాపించి ఉన్నది.

ఇక్కడి వృక్షసంపదలో రెండురకాల వృక్షాలను గమనింపవచ్చు: 1. వెడల్పైన పత్రాలుగల వృక్షాలు. ఉదాహరణ: క్విర్క్స్, అల్బస్. 2. శృంగాకారపు వృక్షాలు. ఉదా:- క్యుపెసెస్, పైనస్; వీటిలో ఆకులు సూచలవంటి పత్రాలుగా ఉంటాయి; ఇవి ప్రబలంగా కనబడుతాయి. వృక్షసంపద పెరిగే మృత్తిక పొడిగా ఉంటుంది; దాదాపు ఎడారి మొక్కల లక్షణాలను చూపుతుంది. శృంగాకార వృక్ష సముదాయంలో పైనియా, పైనస్, జూని పెరెస్, సూగా, ఏబిన్స్ మున్నగునవి ఉంటాయి. వీటితోబాటు పొదలు, చిన్న పొదలు ఎన్నోకూడి ఉంటాయి. కొన్ని శృంగాకార వృక్షాలు స్వచ్ఛమైన సంఘాలుగాకూడ ఏర్పడతాయి. ఎక్కువ మేరకు శృంగాకారపు వృక్షాలు తక్కువకాంతి నీడలోనే పెరుగుతాయి. శృంగాకార వృక్షాలక్రింద పెరిగే వృక్షసముదాయము చాల తక్కువగా ఉంటుంది.

### నీటివరిసర ఆవరణ వ్యవస్థ :

సముద్రాలలోను, సముద్రతీర ప్రాంతాలలోను, సముద్రపునీటి పాటు పోటులతో ఏర్పడ్డ బురద నేలలోను, నదుల ఒడ్డుమీదను, మంచినీటి మైదానాలలోను గల వృక్షసంపదలను క్లుప్తంగా పరిశీలించెదము. నది ఒడ్డుమీదగల వృక్షసముదాయాలు అప్పుడప్పుడు వరదలకు గురిఅవుతు ఉంటాయి. నదీతీరపు ప్రాంతపు అడవులలో అకేసియా ఆరాబికా, పాపులస్ యూప్రాటికా, డాలెర్నియా పిస్సూ మున్నగు వృక్షాలు కనబడుతాయి. సముద్ర ప్రాంతములలో రైజోఫోరా, సొనెరేషియా, సిరియాప్స్, అవిసేనియా ఎజిసిరాస్ మున్నగునవి కూడి ఉంటాయి. నదీముఖ ప్రదేశాలలో మాంగ్రూవ్ చెట్ల అడవులు కానవస్తాయి. ఇటువంటి అడవులలో వృక్షాలు పొట్టిగాఉండి, పెద్ద పొదలుగా, దట్టంగా ఆలముకొనిపోయి ఉంటాయి. ఇక్కడి మృత్తిక పోటుపాట్లతో చేరిన మెత్తని బురద వలె వుంటుంది. మాంగ్రూవ్ మొక్కల స్వరూప

లక్షణాలు దాదాపు ఎడారి మొక్కల లక్షణాలను పోలి ఉంటాయి. శాస్త్రతంగా ఎండి పోకుండా ఉండే కొలనులలో, సరస్సులలో ప్రత్యేకమైన వృక్ష సముదాయమును సాధారణంగా గమనింపవచ్చు. కొన్ని మొక్కలు కొలనిఅంచులవద్ద, మరికొన్ని నీటిలో అవలంబితమై, మరికొన్ని కొలను అడుగు భాగాన వేళ్ళతో అంటిపెట్టుకొని మునిగిఉంటాయి. యివేగాక వేళ్ళతో అంటిపెట్టుకొని, వాటి పత్రాలను నీటిపైన తేలేటట్లు చేయడం మొదలగు లక్షణాలను గమనింపవచ్చు. కొన్ని మొక్కలు ఉభయజీవులుగా పెరుగుతూ ఉంటాయి; తేమగల భూమిమీదా, నీటిపైన తేలుతూ జీవించే క్రానికల్లి ఉంటాయి.

టుండ్రాలు : టుండ్రాలు సాధారణంగా ఎత్తైన కొండలమీద టెంబర్లైన్ ను మించి ఉంటాయి. టుండ్రా ప్రాంతాలలో మృత్తిక బాగ్ పేట్ లుగాను, బ్రెన్ లోమ్ లుగాను, లేదా రాతి ప్రదేశాలుగాను, లేక కంకరతోకూడిన ఇసుక ప్రాంతాలుగాను ఉంటుంది. ఆర్కిటిక్, ఆలైన్ టుండ్రాలు మృత్తికను వివిధ రకాలుగా చూపుతాయి. ఇటువంటి పరిస్థితులలో ఇవటిభూమి చెట్లతోకాక, గుల్మాలకారపు మొక్కలు, పచ్చిక, నెడ్స్, లై కెన్ లతోనూ, నీటితోనైన మృత్తికతోనూ కప్పబడి ఉంటుంది. సాధారణంగా బురదనీటి మైదానాలలో ఈ వృక్ష సంపదను గమనించగలము. భారతదేశంలోని హిమాలయాలలో ఆలైన్ వృక్షసముదాయమును 3000 నుండి 5000 మీటర్ల ఎత్తు ప్రదేశాలలో చూడగలము.

### FURTHER READING

1. ODUM, E. P. 1963. Ecology; Holt Rinehart and Winston. New York.
2. DAUBENMIRE, R. F - 1968. Plant Communities; Harper & Row.
3. BILLINGS. W. D- 1964-Plants and the Ecosystem. Mac Millan. London.

డా॥ జె. వి. శ్రీనివాసరావు.

## 90. వృక్ష సంపదపై పరిసరాల, మనుష్యుల జోక్యము

వృక్ష సంపదమీద పరిసరాల సంబంధమైన, మనుష్య సంబంధమైన జోక్యములవల్ల చెప్పకోదగినంత మార్పులు కలుగుతాయి. పరిసరాలలో నుండు మనుష్యులయొక్క, మొక్కల యొక్క ప్రభావాన్నే సాధారణంగా జీవసంబంధ ప్రభావంగా పరిగణిస్తారు. ఇది ప్రత్యక్షంగాగానీ, పరోక్షంగా గానీ ఉండి, కొన్ని విషయాలలో లాభాదాయకంగానూ, మరికొన్ని విషయాలలో నష్టకరంగానూ పరిణమిస్తుంది.

పరిసర ప్రాంతాల ప్రభావంచేత వృక్ష సంపద నుండి లిట్టర్ ఉత్పన్నమగుట, తిరిగి విచ్చిన్న కారుల సాయంతో లిట్టర్ విభిన్నతనొంది ఆ మృత్తికలో కర్చనపు పదార్థాల పెరుగుదలనూ, తత్ఫలితంగా జీవ, భౌమిక రసాయనిక వలయాలు మార్పుచెంది వృక్షసంపదయొక్క వృద్ధిని నియంత్రించుటనూ గమనింపదగును. మనుష్య సంబంధమైన ప్రభావంచేత ఒక్కొక్కప్పుడు వనమే నిర్మూలన మవుతుంది. ఈ ప్రభావాన్ని అనేక విధాలుగా చూడవచ్చు. ఆవరణ వ్యవస్థలకూ స్థానిక జంతువులకూ మధ్యఉండే పరస్పర చర్యలు, వృక్ష సంపదపైన మానవుని ప్రభావాలు చెప్పకోదగినవి. మానవుని నిత్యజీవితావసరాలకు, అనగా ఇండ్లు కట్టుకొనుటకూ, ఇంధనపు అవసరాలకూ, సాగుబడికి, సాధారణంగా అడవులలోని వృక్షాలను నరకటం, పడగొట్టడం మొదలగు నిర్మూలన క్రియలు జరుగుట మనము గమనిస్తూనే ఉంటాము. ఈ చర్యల మూలంగా ఆవరణ వ్యవస్థలకు తీరనినష్టం వాటిల్లుతుంది. మానవుని చర్యలవల్ల సంరక్షణ కల్గిన అడవులలో తెలిసియో, తెలియకో వెలుగుచున్న అగ్గిపుల్లను పడవేసినచో అది భూమిఉపరితలంమీద ఉండే వృక్ష సంపదను సంపూర్ణంగా ధ్వంసం

చేయడానికి కారణభూతం కావచ్చు. తత్ఫలితంగా ఆవరణ వ్యవస్థలలో తాత్కాలికంగానైనా లేదా శాశ్వతంగానైనా ఏవైనా మార్పులు సంభవించే అవకాశముంది సాధారణంగా అగ్ని వ్యాపించడం వివిధ రకాలుగా ఉంటుంది. అగ్ని, భూమి ఉపరితలంమీదనే వ్యాపించి అగ్నిజ్వాలలు సాధారణంగా లిట్టర్నూ, గుల్మాలను, కొద్దిపాటి పొదలను, వృక్షముల కాండపు అడుగుభాగాలను తగలబెట్టుట అందరెరిగిన విషయము. ఇట్టి అగ్నిని ఉపరితల అగ్ని అంటారు. దీనివల్ల భూమి ఉపరితలంమీద దట్టమైన లిట్టర్ లేనియెడల సాధారణంగా వృక్షాల వేరులభాగం ఈ ప్రభావానికి లోనవుతుంది. కాని, దట్టమైన వృక్ష సంపదగల ప్రదేశాలలో అగ్ని ఒక వృక్షపు పందిరినుండి వేరొక వృక్షపు పందిరికి ప్రాకడం జరిగి, వృక్షపు పందిరి సమూలంగా దగ్ధమై పోతుంది. ఈ రకమైన అగ్నిని పందిరిఅగ్ని అంటారు దీని ప్రభావంచేత వృక్ష సంపద సంపూర్ణంగా దగ్ధమైపోయే అవకాశముంది. కాని భూమి ఉపరితలంమీద గనక తగిన తేమ ఉండినయెడల, భూమిలో నుండే వేరులు యితర అంగాలు, భూమిలో ఉంచబడ్డ విత్తనాలు ఈ అగ్నిభారినుండి తొలగింప బడతాయి. భూమి ఉపరితలంమీద కర్చనపు పదార్థాలు బహుదట్టంగా ఉండి, తగిన తేమ ఉన్నచో, అలాంటి ప్రదేశాలలో అగ్ని సాధారణంగా జ్వాలల రూపంతోగాక ధూమమువలె నెమ్మదిగా రగులుతూ ఉండి, చివరకు మండునట్టి ఇంధనాన్ని ఉత్పన్నమొందిస్తుంది. ఈ విధంగా ఉత్పన్నమైన వేడిమికి పరిసర ప్రాంతాలలోని ఎండిపోయిన శిథిలాలు బహు సులువుగా మండునట్లు చేయడానికి ఈ అగ్ని దోహదము చేస్తుంది. ఈ రకమైన అగ్నిని “భౌమాగ్ని” అంటారు. సర్వసాధారణంగా అగ్ని

వ్యాపించినపుడు మొక్కలు పూర్తిగా ధ్వంసమయ్యే అవకాశముంది. కాని కొన్ని సమయాలలో అగ్ని రకాన్నిబట్టి మొక్కల వేరులు, కొమ్మలు, తక్కిన భాగాలు మార్పుచెందక, తిరిగి అనుకూల పరిస్థితులలో పెరిగి కొత్త మొక్కలుగా ఉచ్చపించుటను గమనిస్తూనే ఉంటాము. సాధారణంగా పర్వత ప్రాంతాలలో వాలునేలలమీద అటవీ శాఖవారు అగ్నిని వ్యాపింపజేస్తారు. పర్వతాల వాలు ప్రదేశాలలో పచ్చగడ్డి ఎండిపోయి, వేసవికాలంలో తిరిగి చిగురించడానికి నిద్రంగా ఉంటుంది. సామాన్యంగా వేసవిముందుగా, అప్రదేశాలలో అగ్నిముట్టించి ఎండి పోయిన దానినంతా నిర్మూలించితే, అటుల దగ్గ మైన ప్రదేశాలలో, వేసవిలో పడే వర్షాధారముచే సాధారణంగా పచ్చిగడ్డి బహు త్వరితగతినై పెరిగి పశువుల గ్రాసానికి బాగా ఉపయోగపడుతుంది. మానవుడు ముట్టించే అగ్ని, భూమి ఉపరితలంమీద ఉన్న అవాంఛనీయమైన కర్మన శిథిలాలను సమూలంగా నిర్మూలిస్తుంది. ఈ విధంగా ఏర్పడ్డ పచ్చికబయళ్ళమీద పశువులు మేయడం ప్రారంభిస్తాయి. పశువుల రకాలనుబట్టి వాటి ఆహారములలో మార్పు గమనింపవచ్చు. గ్రామాలలో సాధారణంగా పశుసంపద మిక్కిలి అధికంగా ఉండటంచే గ్రామ స్థులు పశువులను, వారి గడ్డిబీడులలోనికి లేదా అడవులలోకి పంపుతారు. సాధారణంగా గొర్రెలు, గేదెలు, ఎద్దులు, ఆవులు మున్నగునవి పచ్చగడ్డిని పూర్తిగా భూమిఉపరితలం మీదవరకు తినవేస్తాయి. కొన్ని సమయాలలో వేళ్ళతోనూ తినడంకూడ జరుగుతుంది. కాని ఒంటె, మేక, లేళ్ళ మొదలైనవి లేత కొమ్మలను, చిన్న పొదలను, వృక్షాల కొమ్మలమీద ఉండే ఆకులను మాత్రము తిని జీవించగల్గుతాయి. అయితే ఏనుగులు, బైనన్ (కారెనుము) మొదలగు పెద్ద జంతువులు మొక్కలను, వృక్షాలను సమూలంగా పెకలించి వాటి కవసరమైన భాగాలను తిని మిగిలినవాటిని పార

వేస్తాయి. ఈ విధంగా మానవుని ఆధ్వర్యంలో కూడా వృక్ష సంపద చాలవరకు నాశనమై పోయి చిన్న జంతువులు మేయటంలో ఏకవార్షికాలు పూర్తిగా అదృశ్యమై పోవుటకూడ జరుగుతుంది. మానవుడు తెలిసో తెలియకో గడ్డి బీడులలోనికి పడే పడే పశువులను మేతకొరకు పంపినచో, ఆ పొలాలలోని మృత్తికలో వాయు ప్రసరణ తగ్గి, మృత్తికను దట్టంగా గట్టిగాచేసి, చివరకు పంటలు పెరగడానికి వీలు కాకుండా చేసే అవకాశముంది. పశుసంపద ప్రవేశించడానికి వీలుగా ఉండే అడవులు మొదట పొదలతో కూడుకున్న వృక్ష సంపదగా మారి చివరకు పచ్చిక బయళ్ళగా తయారైపోతాయి. పచ్చిక బయళ్ళలో కూడా పశువులు అతిగా మేయడం వల్ల, గడ్డి పెరగడానికి సరిఅయినంత వ్యవధి లేకపోవుటచేత, పూర్తిగా వృక్షసంపద నాశనమైంది ఎడారిప్రాంతాలుగా మారిపోయే అవకాశము కలుగుతుంది. కాబట్టి కొన్ని ప్రాంతాలలో మేతకై జంతువులను అడవులలోనికి ప్రవేశింప చేయుటను చట్టవిరుద్ధమని తెలియజేస్తూ ఉంటారు. ఎక్కువగా పశువులను అడవులలోకి, పచ్చిక బయళ్ళలోకి ప్రవేశింప చేసినచో, ఈ జంతువులచే వినర్జింపబడిన మలంచే కూడా కొన్ని మొక్కలు నాశనమైపోయి, వాటి రూపాలను పోగొట్టుకుంటాయి. పేడంచే ఇష్టపడే మొక్కలు మాత్రమే అప్రదేశాలలో నిలదొక్కుకొని, పేడను అసహ్యించుకొనే మొక్కలు అదృశ్యమై పోతాయి. పేడ వేయబడ్డ ప్రదేశాలచుట్టూ కూడా విపరీతంగా బీటిల్సు (పేడబుగ్గలు) అనే కీటకాలు వృద్ధిచెంది చాలా మేరకు నష్టాన్ని కూడా కల్గిస్తాయి. మనుష్య సంబంధమైన జోక్యములవల్లనే వివిధ రకాలైన నష్టాలు ఈ విధంగా కలుగుతాయి. కాని చాలా వరకు వృక్షసంపద లాభాన్నికూడా ఆ జోక్యంవల్ల పోందుతుంది. చాలా మేరకు మొక్కలు వాటివరగా

సంపర్కం కోసం కీటకాలమీద, అనేక రకాల పక్షుల మీద జంతువుల మీద ఆధారపడి ఉన్నాయి. జిల్లేడు, మర్రి, ఆర్కిడ్లలో పరాగ సంపర్కము ప్రత్యేకమైన కీటకాలద్వారా జరుగుతుంది. కీటకాలు, జంతువులు, పక్షులు, మాత్రమే గాక మానవుడు కూడా మొక్కల కృత్రిమ పరాగ సంపర్కంలో పాల్గొంటున్నాడు. దీని వల్లనే అధిక దిగుబడి నిష్పత్తి రకాలనూ, వ్యాధి నిరోధకత కలిగిన మొక్కలనూ, ఉత్పత్తి చేయడంలో మానవుడు తోడ్పడుచున్నాడు. ఫలాల, విత్తనాల, సిద్ధబీజాల విస్తరణకు కూడా పక్షులున్న యితర జంతువులను తోడ్పడుచున్నాయి. మొక్కల ప్రవాసంలో జంతువులు, ప్రధాన పాత్రను వహిస్తాయి.

## FURTHER READING

1. DAUBENMIRE, R.F. 1969. Plants and Environment; Second Ed. Wiley Eastern Private Ltd; Publishers. New Delhi.
2. ODUM, E.P. 1978. Fundamentals of Ecology: 3rd ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
3. SAGREIYA, K.P. 1967. Forests and Forestry. National Book Trust, India. New Delhi.

డా॥ జె. వి. శ్రీనివాసరావు

## 91. జీవ వాతావరణ శాస్త్రము

భూమికి కొన్ని కిలోమీటర్ల ఎత్తువరకు విస్తృతంగా వ్యాపించి ఉన్న వాతావరణ స్వరూప స్వభావాల్ని గురించిన శాస్త్రాన్ని వాతావరణ శాస్త్రము (Meteorology) అని అంటారు. శాస్త్రవిజ్ఞానం త్వరితగతినీ అభివృద్ధిని సాధిస్తున్న ఈనాడు వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు తమ పరిశీలనలను జీవులకు కూడా అనువర్తింప జేశారు. ముఖ్యంగా వ్యవసాయ రంగంలో వారు జరిపిన కృషి ఎంతో ప్రశంసనీయము. వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు వ్యవసాయ రంగంలో కొన్ని ప్రత్యేక సమస్యలకు తమ పరిశీలనలను పరిమితం చేసుకొన్నప్పుడు, భూమి ఉపరిభాగమునుండి రెండు మీటర్ల ఎత్తువరకు ఉండే వాతావరణంలోగల మార్పులకు ఎక్కువ ప్రాధాన్యం ఇచ్చారు. కనుక వాతావరణంలోని దిగువ పొరలను గూర్చి వివరణ చేసే శాస్త్రభాగాన్ని సూక్ష్మ వాతావరణ శాస్త్రము (Micro-

climatology) అంటారు. ఈ సూక్ష్మ వాతావరణంలో జంతు చర్గానికి, వృక్ష వర్గానికి చెందిన అనేకములైన జీవులు మనుగడ సాగిస్తున్నాయి. ఈ జీవులకూ వాటిచుట్టూ వున్న వాతావరణానికి మధ్యవున్న సంబంధాన్ని గురించి తెలిపే శాస్త్రాన్ని జీవ వాతావరణ శాస్త్రము (Biometeorology) అంటారు.

వాతావరణ శాస్త్రాన్ని జీవులకు పరిసరాంతర సంబంధాన్నిబట్టి, వ్యవసాయ వాతావరణ శాస్త్రములో అటవీవాతావరణ శాస్త్రము, కాలుష్య (ఎర్ పొల్యూషన్) వాతావరణ శాస్త్రము, మంచినీటి జీవాల వాతావరణ శాస్త్రము, శిల్పకళా వాతావరణ శాస్త్రము (Architectural Meteorology) అను కొన్ని కొత్త కొత్త శాఖలను ఇటీవలి శాస్త్రజ్ఞులు గుర్తించారు. జీవ వాతావరణ శాస్త్రము మిగిలిన శాస్త్రాలతో సన్నిహిత సంబంధము కలిగిఉన్నది.



ధాన్యాలను పండించు వ్యవసాయదారుడు, పండ్ల చెట్లను పెంచు రైతులు, ఆటవీ జీవములు, ఉద్యానవన కృషీకర్తలు తాము పనిచేసే చిన్న ప్రాంతపు వాతావరణమునకు సంబంధించిన జ్ఞానము అనగా సూక్ష్మ వాతావరణ జ్ఞానము లేనిదే తాము పండించవలసిన రకములనుగాని, తాము పెంచవలసిన జంతువులనుగాని, తాము ఆవలంబించ వలసిన కృషిపద్ధతులనుగాని నిర్ణయించుకొన జాలరు. మొక్కలను, జంతువులను, పెంచునపుడు సూక్ష్మవాతావరణ శాస్త్ర నిర్దేశములకు అనుగుణంగా వాటి స్థలనిర్ణయము జరుగుతుంది. పూసలోని భారత ప్రభుత్వ ఆధ్వర్యంలో ఉన్న కేంద్ర వ్యవసాయ వాతావరణ అవేక్షణ శాలలోను, మిగిలిన ప్రపంచదేశాల వాతావరణ అవేక్షణ శాలలలోను జరిగిన పరిశోధనలవలన తాపపరివర్తనము (Heat transfer), ఆర్ద్రత, గాలి బాష్పీభవనము, కిరణ జన్య సంయోగక్రియ మొదలగు సూక్ష్మవాతావరణపు అంశములు బయలుప్రదేశములో కంటే పంటచేలలోను తోటలలోను విలక్షణమైన మార్పులు పొందుచున్నవని తేలివది.

**శక్తి బడ్జెట్టు :** శక్తిబడ్జెట్టు (ఎనర్జీబడ్జెట్టు) అనే భావనను డి. ఎమ్. గేట్సు. డి. పాచ్. మిల్టర్, డబ్ల్యు. పి. తారి, అను శాస్త్రజ్ఞులు సవివరంగా విశదీకరించారు. ఒక వ్యవస్థలో శక్తి బయటకు విడుదల చేయబడటంగానీ, లేక గ్రహింపబడటంగానీ జరిగినప్పుడు శక్తి ఖర్చు చేయబడటంగానీ నిలవ చేయబడటంగానీ జరుగుతుంది. అటువంటి సందర్భాలలో శక్తిప్రవాహగతిలో జరిగే ఆదాయ వ్యయ సూచికను శక్తిబడ్జెట్టు అని అంటారు. ఇందువలన ప్రత్యేకమైన భౌతిక వాతావరణంలో జీవి ఎలా మనుగడ సాధిస్తుందనే విషయాన్ని సులభంగా అవగహన చేసుకోవచ్చు.

ఉష్ణ వికిరణమువలన వహనక్రియాసంవహనము, గుప్త ఉష్ణ పరివర్తనము (Latent heat

transfer) వలన కలుగు, వివిధ రకములైన శక్తి పరివర్తనములను పరిశీలించి మనము ఈ క్రింది విధముగా శక్తిబడ్జెట్టునందలి మూలసూత్రమును వివరణ చేయవచ్చును:  $(S_i + S_o) + (L_i + L_o) + (H_i + H_o) + (E_i + E_o) + M = 0$  పై సూత్రములో :

$S$  = హస్త్య తరంగ వికిరణము (Short wave Radiation)

$L$  = దీర్ఘ తరంగ వికిరణము (Long wave Radiation).

$H$  = వహనక్రియ, సంవహనము, షీటిజ సమాంతరము వలనకలుగు సునిశితమైన ఉష్ణ పరివర్తనం

$E$  = గుప్తోష్ణ పరివర్తనం.

$M$  = ఒక వ్యవస్థలో శక్తి దాచబడటం, ఉపయోగ పరచడం.

$i$  = లోపలికి ప్రసరించడం,

$o$  = బయటకి పంపడం.

ఈ శక్తిబడ్జెట్టు అనేభావన ఒక వాతావరణంలో పెరిగే జీవుల శరీరధర్మ ప్రకృతులను విశదీకరించుటకు ఉపకరిస్తుంది. ఉదాహరణకు కిరణజన్య సంయోగక్రియలో బయటనుండి గ్రహింపబడిన సౌరశక్తి ఉద్భిజ్జాలలో కార్బోహైడ్రేట్లు, ప్రోటీనులు, కొవ్వుల రూపంలో పొందుపరుపబడి, వాటిలో కొంతభాగము శ్వాసక్రియద్వారా బయటకు విడుదల చేయబడుతుంది.

**వాతావరణము-పంటలు :** ఒక పంటప్రాంతములో ఉన్న సూక్ష్మ వాతావరణ స్వభావము ఆ పంటయొక్క మొక్కల సాంద్రత, పత్ర సముదాయ బాహుళ్యము, వితాన లక్షణము (Nature of canopy), నేలలోని ఆర్ద్రత (Humidity)

మొదలైన వాటిమీద ఆధారపడి ఉండును. బయలు ప్రదేశములలోను, విడివిడిగా విత్తనములు చల్లిన చేలలోను గాలియొక్క తాపక్రమంలో దైనికవ్యత్యాసము ఎక్కువగా ఉంటుంది. దీనితో పోల్చినచో నీటి ఆవిరి ఒత్తిడల మధ్యన ఉన్న వ్యత్యాసము చాల తక్కువ. నీటిపారుదల పంటలలో దైనిక తాపక్రమాల వ్యత్యాసం తగ్గుట, నీటి ఆవిరిలో వ్యత్యాసం పెరుగుట సాధారణంగా జరుగుతుంది. దట్టంగా పెరిగిన పంటల పొలాలలోనికి దట్టమైన ఆడవులలోపలి భాగానికి వెలుతురు ఎక్కువగా ప్రవేశించడానికి వీలేకపోవడంచేత ఆక్కడ తాపక్రమం, వాతార్ద్రత స్థిరముగా ఉండుట గమనింపతగినది. దీనివలన అట్టి పంటగాని, ఆడవులలో చెట్లుగాని వాతావరణమును తాము ఏర్పరచుకొంటాయి. పైన బయలునగల వాతావరణము దానిపై ఎక్కువ ప్రాబల్యము కలిగి ఉండదు. విలక్షణమైన భౌతిక రచన కారణంగా కొన్ని మొక్కలు బలమైన గాలికి తట్టుకొని నిలువగల శక్తిని, ఆ గాలివేగాన్ని, బలాన్ని తగ్గించు శక్తిని కూడా కలిగి ఉంటాయి. అలాంటి మొక్కల్ని పెంచి గాలి వీచే దిక్కుకు ఎదురుగా వాయు నిరోధశ్రేణులను ఏర్పాటు చేస్తున్నారు. గాలి తాకిడికి తట్టుకోలేని మొక్కల్ని ఈ రక్షణ శ్రేణులు కాపాడతాయి.

### బాష్పీభవనము

ఏదాది పొదుగునా అన్ని ఋతువుల్లోను నేలలోని నీరు కొంత ఆవిరిరూపమున వాతావరణపు ప్రెషరల్లోకి పోతూఉంటుంది. ఎంత ప్రమాణము నీరు ఇలా హరించి పోతుందన్న విషయం, నేలపైని వ్యాపించే వాతావరణంలోని పొడితనాన్ని బట్టి ఆధారపడి ఉంటుంది. వాతావరణంలోని ఒక అంశమైన ఈ “బాష్పీభవనము” మీద తాపక్రమము, వాతార్ద్రత (Relative Humidity), గాలిపాటు, సూర్యకాంతి మొదలైనవాటి ప్రభావ

ముంటుంది. దినమంతటిలో నేల ఆత్యధికముగా వేడెక్కి ఉండు మధ్యాహ్నసమయంలో కూడా నేలనుండి 120 సెం. మీ. ఎత్తువరకు, ఎత్తుతోపాటుగా బాష్పీభవనపు రేటు కూడా పెరుగుతుందని పరిశోధనల వలన స్పష్టమైంది.

నేలలోని చెమ్మ, ఆవిరిగా మారుటవలన ఏర్పడు బాష్పీభవనము ఒకటే కాకుండా, దానితోపాటు మొక్కల పత్రరంధ్రాలద్వారా బయటకు వదలు నీటిఆవిరి కూడా కలసి ఏర్పడు మొత్తపు బాష్పీభవనమును ఖచ్చితముగా కొలవడం మొక్కల సూక్ష్మ వాతావరణాన్ని నిర్ణయించడంలో ఎక్కువ ప్రయోజనకారిగా ఉండగలదని నేటి జీవవాతావరణ శాస్త్రజ్ఞుల భావన. నేలలోని చెమ్మ, ఆవిరి కావడం కేవలం భౌతిక ప్రక్రియకాగా, మొక్కలు నీటి ఆవిరిని పీల్చడం జీవశాస్త్ర ప్రక్రియ అయినప్పటికీ, ఈ రెండు విధములైన నీటిఆవిరి నిర్వర్తించు పని ఒక్కటే; అది వాతావరణంలోని ఆర్ద్రతాంశమును పెంచడం. బయటి వాతావరణముల ప్రభావం, ఈ రెండు విధానాల నీటి ఆవిరి మీద ఇంచుమించు ఒకేవిధంగా ఉంటుంది. పరిశోధనలవల్ల ఈ మొత్తం బాష్పీభవనపు రేటు వేరువేరు పంటలలో వేరువేరు విధాలుగా ఉంటుందని తేలింది. గాలివేగము ఆత్యల్పంగానూ, వాతార్ద్రత అత్యధికంగానూ ఉండు తమలపాకు తోటలలో ఇది మిగిలిన పంట లన్నింటిలోకన్న తక్కువగా ఉంటుంది. ఈ విషయంలో తమల పాకు తోటల తరువాత గణనలోనికి వచ్చునది చెఱకు తోట. చెఱకు కూడా తరచు నీరుకట్టునట్టి, దట్టముగా పెరుగునట్టి పంట. ఎత్తుతోపాటుగా బాష్పీభవనపురేటుకూడా పెరుగు లక్షణము జొన్న పంటలో ఎక్కువగా వ్యక్తమైనది.

### వకపు (Drought)

మొక్కలు ఆరోగ్యంగా ఏవుగా పెరుగుటానికి నీరు ఎంతైనా అవసరం. మొక్కలు భూమి

నుండి వీల్చుకొన్న నీటిలో చాలా భాగాన్ని ఆవిరి రూపంలో తిరిగి ఆవి వదలి వెడతాయని ఇది వరకే ఒక వ్యాసములో చదువుకొన్నాము. ఈ నీరంతా నేలనుండి మొక్కలకు సరఫరా కావడానికి పంటకు సరిపడు నీరు నేలలో గరిష్ఠ పరిమితిలో ఉండవలెను. మొక్కలు గ్రహించటం వల్లనే కాకుండా, నిరంతర బాష్పీభవనముల పర్యవసానంగా క్రమేణా నేలలోని ఆర్ద్రత హరించి పోయి, చివరకు 'వరపు', అను గడ్డు స్థితి ఏర్పడి మొక్కలు వాడిపోవడం ప్రారంభిస్తాయి. వెంటనే నీరు సరఫరా చెయ్యకపోతే మొక్క శాశ్వతంగా వాడిపోతుంది. వరపు ప్రమాదమును ఎదుర్కొనుటకు అవలంబించు పద్ధతులన్నింటికొను నీరు కట్టుట ఒక్కటే మానవునకు చేతనైన తేలిక విధానము. కాని, మొక్కల ఆరోగ్యమైన పెరుగుదలకు ఎంత నీరు అవసరమయ్యేది స్పష్టంగా తెలియకపోతే, ఎంత కనీసపు నీరు కట్టవలెననే విషయం నిర్ణయించడం సాధ్యంకాదు. సి. డబ్ల్యు. లౌరన్సీ త్రైటియు, ఆయన సహచరులను కలిసి సాగించిన పెక్కు పరిశోధనలవలన శాస్త్రీయ పద్ధతిలో మొక్కలకు నీరుకట్టుటయును, ఎక్కువగానీ, తక్కువగానీ కాకుండా సరిగ్గా సరిపోవునంత నీరు పెట్టి, నీటిని పొదుపుగా వాడుకొనుటయును నేడు సాధ్యమైనవి. నీటి విషయమైన జమాఖర్చు పద్ధతి అని ఈ విధానానికి పేరు పెట్టిరి. దానిలో వర్షపునీటిని జను పద్ధగాను, బాష్పీభవనమును ఖర్చు పద్ధగాను, నేలలో మిగిలి ఉండు చెమ్మను వానలేని కాలమున. వాడుక చేయుటకు ఉపయోగపడు ఒకవిధమైన నిల్వమొత్తముగాను భావించురు. ఈ పద్ధతి సువయోగించి దైనికముగా గానీ, నెలవారీగాగానీ, మొక్కలకు ఎంతెంత నీరు కట్టవలెనో నిశ్చయముగా నిర్ణయింపవచ్చును. నీటి వనరుల కనవుగా ఏ ఏ ప్రాంతాలలో ఏ ఏ పంటలు పండించవచ్చునో నిర్ణయింపవీలుకలుగును.

కిరణజన్య సంయోగ క్రియ :

మొక్కలకూ వాతావరణానికి మధ్య సన్నిహిత సంబంధము, మొక్కలలో జరుగు కిరణజన్య సంయోగక్రియవలన, తేటతెల్ల మౌతుంది. ఈ క్రియ, ప్రకృతిలో ముఖ్యమైన జీవరసాయన చర్య. ఈ ప్రక్రియ మీదనే సకల జీవరాసులు ప్రత్యక్షంగాగానీ పరోక్షంగాగానీ ఆధారపడి ఉన్నాయి. ఆకుపచ్చని ఊటలు పత్రహరితం సహాయంతో సౌరవికిరణ (Solar Radiation) లోని ఉష్ణశక్తి (Heat energy) ని గ్రహించి దానిని రసాయనశక్తి (Chemical energy) గా మారుస్తాయి. దాని సహాయంతో మొక్కలు ప్రకృతిలోని కార్బన్ డయాక్సైడును వేళ్ళద్వారా శోషించిన నీటితో సంయోగ పరచి, శక్తివంతమైన యోగికాలను తయారు చేస్తాయి. అందువలన మొక్కలు పెరుగు వాతావరణంలో ఉన్న నీరు, కార్బన్ డయాక్సైడ్, సౌరవికిరణ మొదలగు బాహ్యకారకాలు, కిరణజన్యసంయోగక్రియను ప్రభావితం చేస్తాయి. కిరణజన్య సంయోగక్రియలో సంవత్సరానికి దాదాపు  $19 \times 10^{10}$  టన్నుల కర్బనము, కార్బన్ డయాక్సైడ్ రూపంలో, వినియోగ పడుతుందని అంచనా వేశారు. దీనిలో 90 శాతము సముద్రములో నివసించే మొక్కలు గ్రహిస్తాయి. మిగిలిన 10 శాతంలో 7 శాతము అడవులలోని మొక్కలద్వారానూ, 3 శాతము పంటమొక్కల ద్వారాను నిలువ చేయబడుతుంది. సాధారణమైన కాంతి తీవ్రతగల ఉష్టోగ్రత ఉన్నప్పటికీ, కార్బన్ డయాక్సైడ్ తక్కువగా ఉన్నప్పుడు కిరణజన్య సంయోగక్రియరేటు తక్కువగా ఉంటుంది. ఉష్టోగ్రత, కార్బన్ డయాక్సైడ్ ప్రకృతిలో అత్యధికంగా లభించినప్పటికీ, కాంతి తీవ్రత కనిష్ఠ పరిమాణంలో లేనప్పుడు నిష్పాంతి చర్య చాల చాల తక్కువ రేటులో జరుగుతుంది. కిరణజన్య సంయోగ క్రియలను ప్రభావితంచేసే బాహ్యకార

కాలైన ఉష్ణోగ్రత, కార్బన్ డయాక్సైడ్ గాఢత, కాంతి తీవ్రత అనునవి ఆయా పరిస్థితులలో ఈ క్రింది విధంగా ఉంటాయి.

1. తక్కువ ఉష్ణోగ్రత, చాలినంత కాంతి, కార్బన్ డయాక్సైడ్ ఆల్ పైన్ వాతావరణంలో ఉంటాయి.

2. తక్కువ కార్బన్ డయాక్సైడ్, ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత, తీవ్రతమైన కాంతి, మొక్కజొన్న పంటవితానము (Canopy) పై ఉంటుంది.

3. కార్బన్ డయాక్సైడ్ గాఢత తగ్గి, తిరిగి అది వహనక్రియవలన పూరింపబడక, తక్కువ కాంతి తీవ్రత కలిగి సాధారణ ఉష్ణోగ్రత ఉండటం అనేది సాధారణంగా అడవుల అడుగువితానంలోనూ పంటమొక్కల మధ్యనూ ఉంటుంది.

పంటమొక్కలను నాటి తీరును నిర్ణయం చెయ్యడం కూడా చాల ముఖ్యమైన విషయం; ఎందువలననగా పత్రముల అమరిక ఒక్కొక్క జాతి మొక్కలలో ఒక్కొక్క విధానంలో కాండానికి అమరి ఉంటుంది. దగ్గర దగ్గరగా పంట మొక్కలను నాటినట్లైతే పైన ఉన్న ఆకులు క్రిందవాటిని కప్పివెస్తాయి. ఈ కారణంచేత కిరణజన్య సంయోగక్రియ తగ్గటంవలన ఖనిజ పోషకాల కొరకు పోటీపడుటవలన పంటదిగుబడి తగ్గిపోతుంది. కిరణజన్య సంయోగక్రియ భూమిలో లభించే సిటిమీద కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది.

**సూక్ష్మ వాతావరణము**

(Micro Climate) :

ఎలకలు, పాములు మొదలైన చాలా రకములైన జంతువులు బొరియల్లో జీవిస్తూంటాయి. బిల్లులు, తేళ్లు మొదలైన కొన్ని జంతువులు రాళ్ళ పగుళ్ళలోనో, రాళ్ళక్రిందనో ఉంటాయి. చెట్ల బొరియల్లో పక్షులు ఆవాసాలు ఏర్పరచుకొంటాయి. వృక్షోపజీవులు మహావృక్షాల కొమ్మలపై ఉంటాయి.

బొరియల్లో, రాళ్ళపగుళ్ళలో ఉంటే ఉష్ణోగ్రత, తేమ, వెలుతురు మొదలైన భౌతిక అంశాలు ఆ ప్రాంతాలలో సాధారణంగా ఉండే పరిస్థితులకు కొంత భిన్నంగా ఉంటాయి. ఈ విధంగా ఒక బహుళమైన ఆవాసంలో అనేక సూక్ష్మ నివాసాలు ఉండటం, వాటిలో సూక్ష్మ వాతావరణాలు ఏర్పడటం శాస్త్రజ్ఞులు గమనించారు.

సూక్ష్మ వాతావరణ సిద్ధాంతము కటివల ప్రాముఖ్యానికి వచ్చింది. ఒకే చెట్టుపై ఏర్పడే సూక్ష్మ వాతావరణంలో వేర్వేరు జీవులంటాయి. ఉడతలు, తొండలు, పాములు మొదలైన జంతువులు పగటి వేళలో చెట్టుక్రింద ఉంటూ, రాత్రి వేళలో చెట్లపైకి చేరుతాయి. నేల బొరియల్లోని సూక్ష్మ వాతావరణంలో తేమ ఎక్కువగా ఉండటమే, పగటివేళ ఎడారి జంతువులు అందు ఉండుటకు కారణము.

సూక్ష్మ వాతావరణాలలోని పరిస్థితులు కూడా ఎల్లప్పుడూ ఒకే విధంగా ఉండవు. పరిసరాలలోని శీతోష్ణస్థితులను, వర్షపాతాన్ని, ఇతర అంశాలను అనుసరించి, సూక్ష్మ వాతావరణాలు కూడ మారుతూ ఉంటాయి. ఉదాహరణకు శరీర ఉష్ణాన్ని బట్టి జంతువులను రెండురకాలుగా విభజించవచ్చు. పక్షులలో, క్షీరదాలలో శరీర ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉంటుంది. ఈ సకశేరుకాలను తుల్యోష్ణక (Homothermic) జంతువులు అంటారు. శరీర ఉష్ణోగ్రతను క్రమపరచి, స్థిరంగా ఉంచేటందుకు, తుల్యోష్ణక జంతువుల ఈకలు, స్వేదగ్రంథులు, వెంట్రుకలు మొదలైన ప్రత్యేకపు వసతులు ఉంటాయి. పక్షులు, క్షీరదాలు తప్ప అన్ని రకాల సకశేరుకాలున్నూ, అకశేరుకాలున్నూ పరివర్తకోష్ణక (Poikilothermic) జంతువులు; అంటే వీటి శరీరోష్ణం పరిసరాల ఉష్ణోగ్రతలోని భేదాలను బట్టి మారుతూ ఉంటుంది.

చీడలు - పంట తెగుళ్ళు :

పంటలు దిగుబడి మీద వాతావరణము ప్రత్యేక ప్రభావాల్నికాక పరోక్ష ప్రభావాల్ని కూడా నెరవేరుతుంది. చీడలు, తెగుళ్ళు ఆరంభమగుట, వర్షిల్లుట కూడ సూక్ష్మ వాతావరణ ప్రభావము వల్లనే జరుగుతుంది. మొక్కల మధ్య నున్న సూక్ష్మ వాతావరణంలోగల సన్నని నీటి పొరల నాధారంగా తీసుకొని సూక్ష్మజీవులు నివసిస్తాయి. ఈ సూక్ష్మ వాతావరణాలకు తగినట్లుగా ఈ జీవులు ప్రత్యేక అనుకూలనాన్ని వృద్ధి చేసుకుంటాయి. ఉదాహరణకు ఉష్ణోగ్రతల భేదాల కనుకూలంగా గట్టి పెంకువలె ఉన్న బహిష్కర్మం, గుండని దేహము, ఉష్ణోగ్రతల మార్పులను గ్రహించే స్పర్శ సూత్రము (antenna) అను జ్ఞానేంద్రియము

ఏర్పడుతూ ఉంటాయి ఈ విధముగానే శీలీంధ్రాలు కూడా తమ ప్రత్యేక అనుకూలనాన్ని సృష్టించుకొని పంట మొక్కల మీద వృద్ధి చెందుతాయి.

కనుక జీవ వాతావరణ శాస్త్ర అధ్యయనము ఎంతో ముఖ్యమైనది.

డా॥ పి మల్లికార్జునస్వామి

### FURTHER READING

1. Lowry, W. P. (1969). Weather and Life. Academic press. New York.
2. Salisbury, F. B. and Ross, C. (1969). Plant physiology. Wardsworth Publishing Co. California. U. S. A.

## 92. పక్షుల వలసలు

పక్షులు గుంపులుగుంపులుగా ఒక చోటినుండి మరోచోటికి తరలిపోవడం మానవుడు చాలా కాలంగా గమనిస్తూ ఉన్న విషయమే. చాలాకాలం దాకా యథార్థం తెలియక అంతగా దీనిని గురించి ఎవరూ పట్టించుకోలేదు. క్రమేణా విశేష సేకరణ పద్ధతులు అందుబాటులోకి వచ్చిన తర్వాత ఈ పక్షులు ఋతుక్రమమును బట్టి వలసలు పోతున్నట్లు కొన్ని ప్రయోగాలవలన తెలుసుకోగలిగారు. ఒక ప్రాంతంలో ఒకానొక ఋతువులో అధికంగా కనిపించే పక్షులను దెబ్బతగలకుండా పట్టుకొని, వాటి కాళ్ళకు, వివరాలు చెక్కియున్న తెలికైన, కడియాలు తొడిగి వదలివేయుట ఈ ప్రయోగాలలో జరుగును. మరో ఋతువులో మరో దూరదేశంలో, ఇవేపక్షులు అచ్చటి వారికి దొరకినప్పుడు, వాటి కాళ్ళకున్న కడియాలమీది

వివరాలను బట్టి, ఆ పక్షులు ఏ ప్రాంతంనుంచి ఏ మార్గంగుండా వచ్చినవో, ఏ ఋతువులో ఆ ప్రాంతాన్ని వదిలినవో మొదలైన వివరాలు తెలియవస్తాయి. ఇలా కాక ఈ మధ్యన విమాన దాడులను పసిగట్టి హెచ్చరించే రాడారు (Radar) అనే ఆధునిక పరికరాన్ని పక్షుల రాకపోకలను తెలిసికొనేందుకు ఉపయోగిస్తున్నారు. దీనివల్ల పక్షులు రాత్రిళ్లు వలసపోయినా గుర్తించవచ్చు. ఇలా సేకరించిన వివరాలవల్ల వలసపోయేటపుడు కొన్నివేల మైళ్లుకూడా పక్షులు ప్రయాణం చేయగలవనీ, కొన్ని వేల అడుగుల ఎత్తున ప్రయాణం చేస్తాయనీ, పగలూ రాత్రిళ్ళుకూడా ప్రయాణం చేస్తాయనీ తెలిసింది. ఉదాహరణకు ఆర్కిటిక్ టర్న్ (Arctic Turn) అన్న పక్షి ఒకసారి వలసపోయి రావడానికి 98,000 మైళ్ళు ప్రయాణంచేస్తుంది.

హిమాలయాలలోని స్కోలోపాక్స్ రస్టికోలా (Scolopax Rusticola) అన్న అడవికోడి 1500 మైళ్ళ దూరమున ఉన్న నీలగిరికి వలస వస్తుంది. పక్షులు సామాన్యంగా 2000-3000 అడుగుల ఎత్తున ఎగురుతూ పోతే కొన్ని అడవి జాతులు 7000-9000 ఆ ఎత్తునా కొన్నికొంగలు 15000 అడుగుల ఎత్తునా ప్రయాణం చేస్తాయి. హిమాలయాలలోని ఎవరెస్టు శిఖరాన్ని ఆధిరోహించినవారు 20,000 అడుగుల ఎత్తున కొంగలను, 23,000 అడుగుల ఎత్తున కాకులను, 27,000 అడుగుల ఎత్తున చఫ్స్ (Choughs) అన్న పిట్టలను చూచారు. వలసపోయే పక్షులు రోజుకు 30 నుండి 200 మైళ్లు ప్రయాణంచేస్తూ ఉంటాయని అంచనా వేశారు. ఇలా సేకరించిన వివరాలను బట్టి పక్షులు సాధారణంగా ఉత్తర అక్షాంశాలనుండి దక్షిణ అక్షాంశాలకు, చలికాలం వలస వస్తాయనీ, వసంతానికి తిరిగి వెళ్ళిపోయి అచ్చట వుష్కులంగా దొరికే తిండి తిని, గుడ్డు పెట్టి పొదుగుతాయనీ తెలుస్తుంది. కొద్ది పక్షులు తూర్పు - పశ్చిమాలుగా వలసలు పోవడం, రావడం జరుగుతుంది. హిమాలయాలలోని పక్షులు ఎగువకు, దిగువకు వలసలు పోవడం జరుగుతుంది. వీటన్నింటినీబట్టి చూస్తే, వీటి వలసలు వాతావరణ పరిస్థితులను బట్టి జరుగుతాయని తెలుస్తుంది. ఉత్తరాన, చలికాలంలో చలికి తట్టుకోలేక, తిండి కరవై, పొద్దు త్వరగా వాలిపోవడం వల్ల దక్షిణానికి వలస వస్తాయనీ, వసంతంలోనూ, వేసవిలోను ఎక్కువ ఉష్ణం లేకుండుటవల్ల ఉత్తరానికి తిరిగి వెళ్లుతాయని చెప్పవచ్చు. కనుక సంరక్షణార్థము పక్షులు వలస వెళ్తాయనీ, గాలిలో ఎగురుతూ ప్రయాణం చేయగల సామర్థ్యం వీటికున్నందువల్ల వీటిలో తక్కిన జంతువులలో కన్నా, వలసవెళ్లే అలవాటు ఎక్కువగా కనిపిస్తుందనీ చెప్పవచ్చు.

(28)

పక్షులకు వలస వెళ్లాలన్న అభిప్రాయం ఎందుకు కలుగుతుంది? ఎలా కలుగుతుంది? అన్న విషయంపైన పరిశోధనలు జరిగాయి. ముఖ్యంగా రోజులో ఎంతభాగం పగలుగా ఉంటుంది: — అన్నది వీటిని వలసకు ప్రోద్బలము చేస్తుంది. చలికాలంలో పొద్దు త్వరగా వాలిపోవడం వల్ల వాటి ఆహారసేకరణ దెబ్బ తింటుంది. వేసవిలో పగలు ఎక్కువగా ఉండడం, చలికాలంలో త్వరగా చీకటి పులిగడం సహజవిషయాలు. కాని పక్షులు మనకన్న త్వరలో మరీ సున్నిత మార్పులుకూడా గ్రహించగలవు. అవి సూర్యోదయమునుండి సూర్యాస్తమయం వరకు సూర్యుడు పయనించే గతిని, సూర్యగతి చేసేదానిని అంచనావేయగలవు. ఈ సామర్థ్యమువల్ల, రాబోయే చలికాలాన్ని ఎంత త్వరలో రానున్నదో గ్రహించి, దానికి తగిన జాగ్రత్తలు తీసుకొంటాయి వలస పోవడానికి కావలసిన శక్తిని ఎక్కువ తిండి తిని క్రొవ్వుగా శరీరంలో నిలువ చేసుకొంటాయి. ఋతుక్రమములోను, రోజులోని పగటి పూటలోను కలిగే మార్పులు వాటి జ్ఞానేంద్రియాల ద్వారా వాటి హార్మోనుల తొల్యము (Harmonal Balance)ను మార్పుతాయి. పొద్దు త్వరగా వాలిపోతున్న రోజులలో ఈ పక్షుల ప్రవర్తనలో అల్పకల్లోలము బయటపడుతుంది అవి విశ్రాంతి పొందలేకుండా పోతాయి. వలస పోయే సన్నాహాలలో మునిగి తేలుతుంటాయి ఇలాంటి పక్షులను వలసపోసీయకుండా పంజరాలలో బంధిస్తే, చలికాలం రాబోయే లోపుగానే పంజరాలనుండి తప్పించుకొని పారిపోయే ప్రయత్నాలు చేస్తాయి. సంరక్షణార్థంగా దక్షిణ దిశగానే పారిపోవాలని ఉబలాట పడుతుంటాయి. అంటే అవి దక్షిణదిశను గుర్తుపట్టగలవన్న మాట.

ఆదే పక్షి ప్రతిసంవత్సరము తన ఉత్తర నివాస ప్రాంతంనుంచి ఒకే దక్షిణ ప్రాంతానికి

చలికాలంలో వలస వచ్చి పోతూ ఉండటాన్ని బట్టి చూస్తే, పక్షులు తమ గమ్యాన్ని గుర్తించగలవనీ, ఆ గమ్యానికి దారికూడా తెలుసుకోగలవనీ చెప్పవచ్చు. అవి వాటి గమ్యానికి దారి ఎలా గుర్తించగలుగుతున్నాయి? వాటి వలస ప్రాంతాన్ని, వలస ప్రాంతంలో క్రిందటి ఏడాది తానున్న విడిదిని ఎలా గుర్తించగలుగుతున్నాయి? అన్న సమస్యలపై పరిశోధనలు జరుగుతున్నాయి. ఇంతవరకు అవి ఎలాగో గుర్తులు పెట్టుకొని ఆ గుర్తులను బట్టి రాగలుగుతున్నాయని తెలుస్తున్నది. అవిదిక్కుచీలా ప్రవర్తించి వాటి గమ్యమున్న దిశగా పయనించగలవని తెలిసింది. భూత్రమణం వల్ల కలిగే యాంత్రిక శక్తులలోని మార్పులను ఆధారంగా చేసుకొని, లేదా ఉష్ణోగ్రతలోని తేడాలను ఆధారంగా చేసుకొని, లేదా భూమ్యాకర్షణ శక్తిలోని తేడాల నాధారంగా చేసుకొని, లేదా సూర్యపథాన్ని

బట్టి తాము ప్రయాణం చేయవలసినదికను తమ గమ్యాన్ని అవి గుర్తించుకుని పలువురు పలువిధాలుగా అభిప్రాయ పడుతున్నారు. రాత్రి పక్షి వలసలు ఆధారంగా చేసుకుంటాయని అనుకుంటున్నారు. మబ్బులు కమ్మినపుడు పక్షులు వాటి దారిని తెలుసుకోలేక తంటాలు పడటం దీనికి నిదర్శనము. మబ్బులు లేనపుడు గాలివల్ల వాటంతట అవే దారి తప్పినా, పరిశోధనా పూర్వకంగా మనము తప్పించినా, అవి చాలావరకు వాటి గమ్యాలను చేరుకోగలుగుతున్నాయి. కనుక వాటికి తమ దారిని, వేలమైళ్ళు అవతలున్న గమ్యాన్ని తెలుసుకోగల ఆపూర్వ సామర్థ్యాలున్నాయని తేలింది.

ఇంతింత మూలాలు ప్రయాణం చేయడానికి వాటికి ఆపూర్వమైన బలము, దైర్ఘ్యసాహసాలు ఉండాలి ఈ దైర్ఘ్య సాహసాలను గురించి అంచనా వేయడం కష్టం ఇంతింత మూలాలు వలస పోవడం అన్నది ఎంతవరకు వాటి స్వభావ సిద్ధ ప్రవర్తనో (Instinctive behaviour) తేలికగాని, దైర్ఘ్య

సాహసాల ప్రసక్తి తేవడానికి వీలులేదు. అది పూర్తిగా స్వభావసిద్ధ ప్రవర్తనే అయితే దైర్ఘ్యానికి సాహసానికి తావేలేదు. కాని బలము విషయం అలా కాదు. స్వభావసిద్ధంగానైనా సరే మరి ఎలా అయినాసరే వలస వెళ్ళాలంటే, శక్తి నుపయోగించి ప్రయాణం చెయ్యాలి. దీనికి బలమైన రెక్కలుండాలి. రెక్కల కండలు బాగా పని చెయ్యాలి. ప్రయాణంలో ఈ కండలు శరీరంలో నిలువ చేసుకున్న క్రొవ్వను వాడుకొని శక్తి జనింపజేసి, రెక్కలను ఆడించుతూ ఉంటాయి. ఇలా ఎక్కడా నిలువకుండా సముద్రాలను దాటే పక్షులున్నాయి. నేలను దాటేటప్పుడు ఆహార సేకరణ చేయవచ్చు. ఎలాగైనా శరీరంలోని శక్తిని వృథా కాకుండా చూచుకోవడం ముఖ్యము. దీనికిగాను పక్షులు గాలికెరటాలను, గాలి ప్రవాహాలను, గాలివాటాన్ని ఉపయోగించుకొంటాయి. వేడెక్కిన గాలి తేలికై పైకి పోతూవుంటుందని మనసు తెలుసు. ఎత్తుకు పోవలసిన పక్షి వీటి నుపయోగించుకొని కావలసిన దానికన్న ఎక్కువ ఎత్తుకు పోయి అవదీనుండి కావలసిన దిక్కుకు జారుతుంది (Glide). ఇలా జారడంవల్ల ఎత్తును కోల్పోయినా, వేగాన్ని పుంజుకొంటుంది. ఈ వేగపు సహాయన రెక్కలు దాపి రెక్కలు కొట్టుకోకుండా, తనలోని శక్తిని వినియోగించుకోకుండా, గాలిలో తేలుతూ చాలాదూరము పోగలుగుతుంది. ఇలా ఎంత నేర్పుగా ఇతర శక్తులను వాడుకొన్నా, వాటి రెక్కల బలమే వాటికి ముఖ్యమైన శరణ్యము.

### మనోవికాసానికి పతనాధారాలు

1. "Bird behaviour" - by John Sparks. Paul Hamlyn, London. 1969.

2. "Fundamentals of Ornithology" - by J. Van Tyne and A. J. Berger John Wiley and sons, Inc. 1959.

3. "The book of Indian Birds" - by Salim Ali.

4. The world of Birds" - J. by Fisher and R. T. Peterson. Macdonald. London. 1963.

"Bird flight" - by K. Simkiss. Hutchison Educational Limited. London. 1963.

6. "Bird Navigation" - by G. V. T. Matthews Cambridge University press. 1955

7. Re. Birds.

Annals of the Bhandarkar Oriental Reaserch Insistitute. Vol. XLIII. parts (i-iv) P. 59; Vol XLV parts (i-iv) P. 105. 1964.

డా॥ షి. వెంకటేశ్.

## 93. సూక్ష్మజీవుల జీవనము

(The Life of Microbes)

సూక్ష్మజీవులు అనగానే మనకు ఆలోచనకు వచ్చేది బాక్టీరియమ్లు, బూజులు, వైరస్లు మున్నగునవి. సామాన్య మానవునికి నిజానికి విపులంగా సూక్ష్మజీవులగురించి తెలియదనే చెప్పాలి. అవి కంటికి కనబడవు. భూతఆద్దము వలన మాత్రమే చూడవీలగును. సూక్ష్మజీవులు బాహ్య వాతావరణంలోనూ, మృత్తికలోనూ విస్తారంగా వ్యాపించి ఉంటాయి. మనము త్రాగేనీటిలోను పీల్చే గాలిలోను, సాధారణంగా గాలిలో ఎగిరే ధూళిరేణువులతోనూ కలసి అనేకములైన సూక్ష్మజీవులు అసంఖ్యాకంగా ఉంటాయని తెలుసుకోవాలి. బాక్టీరియమ్లు, శిలిండ్రాలు, వైరస్లు, మైకోప్లాస్మా, కొన్ని శైవలాలు మున్నగువాటిని సూక్ష్మజీవులుగా పరిగణింపవచ్చు. మానవులకు వచ్చే కలరా, డైఫెరియా, క్షయ, డిస్సెంటరీ (అతిసారము) మొదలగు వ్యాధులు, వివిధ రకాల చర్మ వ్యాధులు సూక్ష్మజీవులవల్లనే ప్రాప్తమవుతాయి. ఈ జీవులు కంటికి కనపడనంత చిన్నవిగా ఉండుటచే ఆహార పదార్థములమీద ఆవి

ఆవాసము చేయుచున్ననూ మనము గుర్తించలేక పోవుటచే వాటిని తినుట జరుగుతూ ఉంది. మానవ సమాజానికి అవసరమైన అనేక మొక్కలమీద కూడా వివిధరకాల వ్యాధులను కల్గించి పంటలకు అపార నష్టాన్ని కలుగ చేసేది సూక్ష్మజీవులే. కావున యింత హానికరములగు సూక్ష్మజీవుల జీవితాలను గురించి కొంతవరకు విపులంగా తెలుసుకొందాము. సూక్ష్మజీవి అనగా ఏది? సూక్ష్మజీవుల వల్ల మనకు కల్గు లాభనష్టాలు ఏవి? అనే వానిని గూర్చి కూడా సంగ్రహముగా చర్చిద్దాము. సూక్ష్మజీవుల దేహనిర్మాణము, కణనిర్మాణము, వాటి పెరుగుదల పునరుత్పత్తులను గూర్చి విపులంగా అవలోకించెదము.

### బాక్టీరియమ్లు

ఇవి మృత్తికలలోను, నీరులోను, గాలిలోను విస్తారంగా వ్యాపించి ఉంటాయి. మురికినీటిలో అత్యధికంగా ఉంటాయి. పల్లెల ప్రశాంత వాతావరణంలో కన్న, పట్టణాలలోని కలుషిత ప్రాంతా



లలో ఎక్కువగా ఉంటాయి. మానవుల, జంతువుల శరీరాలమీదను, ఆహారనాళాలలోనూ, నోటిలోనూ ఉంటాయి. బాక్టీరియమ్లు, ముఖ్యంగా పూతికాహారులు. ఇవి ఏకకణ జీవులు. ఇవి గోళాకారంగానో, దండాకారంగానో, సర్పిలాకారంగానో ఉంటాయి. వీటిలో పత్రహరితము ఉండదు. గోళాకారపు బాక్టీరియమ్ను కాకస్ అంటారు. కాకస్ కణాలు అనేకరకాలుగా అమరిఉంటాయి. ఒక్కొక్కటిగా విడిగా ఉంటే మోనోకాకస్ అనీ, జంటలుగా ఉంటే డిప్లోకాకస్ అనీ, ఎక్కువ కణాలు పొడవుగా గొలుసులవలె ఏర్పడితే స్ట్రెప్టోకాకస్ అనీ, అక్రమ రూపంలో అమరితే స్ట్రెప్టోఫిలోకాకస్ అనీ, చతురంగా ఉంటే సార్మినా అనీ వర్ణించారు. దండాకారపు బాక్టీరియమ్లను బాసిల్లస్ అనీ, సర్పిలాకారపు వాటిని స్పెరిల్లియస్ అంటారు. బాసిల్లస్లు నిటారుగా ఉండి పొట్టిగా గానీ, పొడవుగా గానీ ఉంటాయి. కాని స్పెరిల్లియమ్లు ఒక వంపు తిరిగి ఉంటాయి. వీటి ఆకారాలవల్లనే సులువుగా వర్ణన చేయడం జరుగుతుంది. ఇవి వాటి పరిమాణంలో కూడా విభేదాలను చూపుతాయి. కాకస్రకానికి చెందిన బాక్టీరియమ్లు 0.1-0.5 మైక్రాన్ల మధ్య వ్యాసం కలిగి ఉంటాయి. బాసిల్లస్లు 2 నుండి 50 మైక్రాన్ల పొడవుతోనూ, 0.5 మైక్రాన్ వ్యాసం తోనూ ఉంటాయి. బాక్టీరియమ్ సూక్ష్మ నిర్మాణాన్ని, ఈ మధ్య అనేక అభిరంజన విధానాలను వినియోగించి, ఎంక్టాన్ సూక్ష్మదర్శిని సహాయంతో విపులంగా తెలుసుకోగలిగారు.

బాక్టీరియమ్లు ఏకకణ జీవులని గ్రహించారు. బాక్టీరియమ్లు నిర్జీత అకారాలలో ఉండుటకు గల కారణము వాటిని ఆవరించియున్న కణకవచం అని చెప్పాలి. నిజానికి బాక్టీరియమ్ కణాలను మూడు పొరలు ఆవరించి ఉంటాయి : కణద్రవ్యాన్ని అంటిపెట్టుకొని కణద్రవ్యపు పొర, మధ్యలో

ఉండే కణకవచము. వెలుపలవుండే జిగురు పొర. కణద్రవ్యపు పొర, కణద్రవ్యంకన్న ఎక్కువ చిక్కగా మందంగా ఉండి భేదక పారగమ్యతను చూపుతుంది. దీనిలో ఎక్కువగా క్రొవ్వులు, లిపోప్రోటీన్లు, రైబోస్ కేంద్రకాష్టుము ఉంటాయి కణ కవచం గట్టిగానూ, భేదక పారగమ్య ధర్మాన్ని పొంది మ్యూకో పాలిశాఖరైడ్లు, మ్యూకో పెప్టైడ్లు - అను పదార్థాలతో ఏర్పడి ఉంటుంది. కణకవచానికి వెలుపల ఉండే జిగురు పొర, కణద్రవ్యపు పొరనుండి ఏర్పడి, కణకవచం ద్వారా వెలుపలికి వస్తుంది. పాలిశాఖరైడ్లు, పాలిపెప్టైడ్లు, నీరు కలసి జిగురు పదార్థంగా దీనిపై రూపొందుతాయి.

బాక్టీరియమ్ కణంలోపల సూక్ష్మరేణువులు కణద్రవ్యంలో వ్యాపించి ఉన్నట్లు కనిపిస్తాయి. వీటినే రైబోసోమ్ లంటారు. ఇవి కణద్రవ్యపు పొరకు దగ్గరగా వ్యాపించి ఉంటాయి ఇవి చిన్న సముదాయాలుగా ఏర్పడి ఉంటాయి. వీటిని పాలిసోమ్ లంటారు. కొన్ని బాక్టీరియమ్లలో వర్ణద్రవ్యాలు, క్రోమాటోఫోర్లు అనే సన్నని పొరలలో ఉంటాయి. ఇవి కిరణజన్యసంయోగక్రియకు తోడ్పడతాయి. బాక్టీరియమ్లు ఆహార పదార్థాలను గోళికల రూపంలో కణంలోపల నిలువజేస్తాయి. బాక్టీరియమ్ల కేంద్రకాలకు కేంద్రకపు పొర ఉండక, జన్యపదార్థము మాత్రమే, దరిదాపు మధ్యభాగము నందు, కేంద్రీకృతమై ఉంటుంది. బాక్టీరియమ్ల కేంద్రకంలో ఒకే DNA అణువు ఉంటుంది. దీని కొనలు కలిసి, ఇది ఉంగరాలు తిరిగి ఉంటుంది.

బాక్టీరియమ్ల పోషణ విధానాన్ని అనుసరించి వీటిని రెండు సముదాయాలుగా విభజించవచ్చు : 1. స్వయంపోషక బాక్టీరియమ్లు. కిరణజన్య సంయోగక్రియద్వారా వీటిలో ఉండే బాక్టీరియమ్లు పత్రహరిత సహాయంతో సూర్యరశ్మిలోని దూదా

దూరకాంతిలో గల శక్తిని గ్రహించి ఆహారాన్ని తయారుచేసుకంటాయి. ఇవి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ లోని ఉదజనిని వినియోగించుకొంటాయి. రసాయన సంశ్లేషణ ద్వారా స్వయంపోషకాలుగా జీవించే బాక్టీరియమ్లు కూడా ఈతెగకు చెందినవే. 2. పర పోషక బాక్టీరియమ్లు. ఇవి నిర్జీవ సేంద్రియ పదార్థాలను షీజింప చేసి, తమకు కావలసిన శక్తిని ఆహారాన్ని సంపాదించు కొంటాయి. వీటిని 'పూతి కాహారులు' అంటారు.

బాక్టీరియమ్ కణంలో జరిగే ప్రక్రియలలో కర్బన పదార్థాలు ఆక్సికరణంచెంది శక్తిని విడుదల చేస్తాయి. ఇవి వాతావరణంలోని ఆక్సిజన్ను తీసుకొంటాయి. వీటిని వాయుజీవులనీ, ఆక్సిజన్ లేనటువంటి పరిస్థితులలో కూడా కర్బనపు పదార్థాలను ఆక్సికరణ కావించే బాక్టీరియమ్లను అవాయుజీవులనీ అంటారు. వాయుజీవులలో కొన్ని అవికల్ప వాయుజీవులుగా ఉంటాయి. అనగా ఆక్సిజన్ లేకపోతే ఇవి బతకలేవు. బాక్టీరియమ్లలో ఎక్కువ మేరకు వైకల్పిక అవాయు జీవులుగా ఉంటాయి. అంటే ఇవి మామూలు వాయు జీవులయినా అవాయుజీవులుగా కూడా జీవించ గలవు.

బాక్టీరియమ్లు చాలవరకు నిజమయిన చలనాన్ని చూపుతాయి. కళభాల మూలంగా వీటికి చలనం సాధ్యమవుతుంది. కళభాలు సన్నగా పొడవుగా దారాలవలె ఉంటాయి. కాకనీకణాలకు కళభాలు ఉండవు. బాసిల్లస్లకు, స్పిరిలకాయలకు కళభాలు ఉంటాయి. కణం అంచలనుండి వచ్చే వాటిని ద్రువ కళభాలని అంటారు. బాక్టీరియమ్ కణంకు ఒకే ద్రువంవద్ద కళభముంటే, ఏకతంతుక అనీ, రెండుద్రువాలవద్ద ఉంటే ద్విద్రువ తంతుక మనీ, ఒకే ద్రువంవద్ద ఒకటికన్న ఎక్కువ వుంటే బహుతంతుకమనీ, కణంచుట్టూ అనేక కళభాలు

ఉన్న ఎడల పరితంతుకమనీ వీలుస్తారు. బాక్టీరియమ్ యొక్క కళభము మూడుగాని అంతకన్న ఎక్కువుగా గాని పెనవేసుకొన్న సారలతో ఏర్పడి ఉంటుంది. కణద్రవ్యం పొరనుండే కళభాలు ఉద్భవిస్తాయి.

బాక్టీరియమ్లలో సంఖ్యాభివృద్ధి పెరుగుదలను సూచిస్తుంది. ద్విధావిచ్ఛిత్తి ద్వారా బాక్టీరియమ్లు అలైంగిక పునరుత్పత్తిని కొనసాగిస్తాయి. బాక్టీరియమ్ కణము పరిమాణంలో ఎక్కువగా వృద్ధి నొందక పోయిననూ, రెండువైపులా పెరిగి మధ్యస్థంగా ఏర్పడ్డ పొరచే రెండు కణాలగా విభజింపబడి పునరుత్పత్తిని జరుపుకొంటుంది. రెండు కణాలు మేరుగా విడిపోయి, తిరిగిపోయి, విచ్ఛిత్తి పొంది, సంఖ్యాభివృద్ధి నొంది పెరుగుదలతో సమానంగా పునరుత్పత్తిని చూపుతాయి.

### శిలీంధ్రాలు

వీటిని వృక్షరాజ్యంలో ఒక ప్రత్యేక భాగంగా వ్యవహరిస్తారు. ఈ ప్రత్యేక భాగమే 'మైకోటా'. దీనిలో ఉపభాగాలు కలవు. కొన్ని వేల జాతులను శిలీంధ్రాలలో పొందుపరచారు. ఇవి శాఖోపశాఖలుగా దారాలవలె పత్రహరితం లేకుండా ఉండే జీవులు. వీటిలో కొన్ని ఏకకణ జీవులు ఉన్నాయి. ఇవి సంపూర్ణమైన కేంద్రాలను కల్గి ఉంటాయి. శిలీంధ్రాలన్నీ పరపోషిత జీవులే. ఇవి అలైంగిక, అలైంగిక విధానాల ద్వారా సిద్ధబీజాను ఉత్పత్తి చేసి వృద్ధి చెందుతాయి.

శిలీంధ్రాలు శాఖోపశాఖలుగా విస్తరించే దారాల వలెకాక, గోళాకారముతో లేదా అండాకారముతో ఏకకణ నిర్మితాలుగా కూడా ఉంటాయి. శిలీంధ్రజాల శాఖలను తంతువులంటారు. శిలీంధ్ర సిద్ధబీజము మొలకెత్తడం ప్రారంభించి, ఆధార ఉపరితలం మీదగానీ లేదా ఆధారంలోకి చొచ్చుకొనిపోయి గానీ అన్నివైపులా వృద్ధిచెంది శిలీంధ్రజాలాన్ని

ఏర్పరుస్తుంది. దీనిలో అనేక తంతువులు ఉంటాయి. ఒక్కొక్క తంతువులో అనేక కణాలు ఉంటాయి. లేదా కొన్ని తంతువులలో జీవపదార్థము ఎడతెగ కుండా ఉంటుంది. దీనిలో అనేక కేంద్రకాలు ఉంటాయి. ఈ విషమైన తంతువుని సీనోసైటిక్ తంతువు అని అంటారు. కొన్ని తంతువులలో అక్కడక్కడ విభాజకాలు ఏర్పడి, కణాలను వేరు పరుస్తాయి. వీటిని విభాజకయుత తంతువు అంటారు. ఒక్కొక్క కణంలో ఒకటిగానీ రెండు గానీ కేంద్రకాలు ఉంటాయి. శిలీంధ్రపుకాతి ననుసరించి తంతువుల పొడవు, వ్యాసం మారుతూ ఉంటాయి. తంతువుల కణకవచాలు పొడవైన ఆతి సూక్ష్మ తంతువులతో నిర్మితమై ఉంటాయి. కణకవచాలలోని రసాయనిక యోగికాలు అన్ని శిలీంధ్రాలలో ఒకేరకంగా ఉండవు.

శిలీంధ్ర తంతువులో కణద్రవ్యము కణాన్ని పూర్తిగా నింపివుండి, కణద్రవ్యం పొరచే కప్పబడి ఉంటుంది. ఈ పొరను ప్లాస్మాలెమ్మా అంటారు. ఈ పొర ద్రవాలలో కరిగి ఉన్న పదార్థాల రాక పోకలను తంతువులలో క్రమబద్ధం చేస్తుంది. కణ ద్రవ్యంలో, పొరలతో, కోశాలతో కూడుకొని వుండే ఎండోప్లాస్మిక్ రెటిక్యులమ్ ఉంటుంది. దీని మీద రైబోసోమ్లు అనేకము లుంటాయి. రైబోసోమ్లు కణద్రవ్యంలో కూడా ఉంటాయి. తంతువులలో రిక్తికలు ఏర్పడి, వీటిలో అనేక పదార్థాలు ద్రవపూరితంగానీ ఘనపూరితంగానీ నిల్వ ఉంటాయి. రిక్తిక చుట్టూ బోనోప్లాస్ట్ అను పొర ఉంటుంది. శిలీంధ్ర కణాలలో ఒకటిగానీ రెండు గానీ చిన్న కేంద్రకాలు ఉంటాయి. కేంద్రకపు పొర కేంద్రకాన్ని చుట్టుకొని ఉంటుంది.

ఈ పొరకు అనేక రంధ్రాలు ఉంటాయి. కేంద్రకములో ఉత్పన్నమయ్యే రాయబారి RNA ఈ రంధ్రాలద్వారానే కణద్రవ్యంలోనికి వస్తుందన్న మాట. రాయబారి RNA అందించే సమాచారాన్ని

బట్టి రైబోసోమ్లలో ఎంజైమ్లు, ప్రోటీన్లు తయారవుతాయి. కేంద్రకంలోని క్రోమోజోమ్ లలో ఉండే DNA, రాయబారి RNAను ఉత్పన్నం చేస్తుంది. శిలీంధ్ర కణాలలో మైటోకాండ్రియాన్ ఉంటుంది. జీవన ప్రక్రియలు ఈ కణాంగాలలో జరుగుతూ ఉంటాయి. కణాలలో ప్లాస్టిడ్లు ఉండవు. కాని గ్లూకోజిన్, క్రొవ్యులు, అంతర్జీవ ద్రవ్యంలో ఉంటాయి. కణకవచాలలోగానీ, కణ ద్రవ్యంలోగానీ, వర్ణద్రవ్యాలు ఉంటాయి.

శిలీంధ్రాలు, ఆకుపచ్చని మొక్కలవలెకాక, పర పోషిత జీవులుగా ఉంటాయి. శిలీంధ్రాలు వృక్షాల మీద పరాన్నజీవులుగానూ, చచ్చిపోయిన జంతువులమీదా వృక్షాలమీదా పూతికాహారులుగానూ వృద్ధి చెందుతాయి. వీటిలో వైకల్పిక పరాన్నజీవులను, అవికల్ప పరాన్నజీవులను, వైకల్పిక పూతికాహారులను కూడా గమనించవచ్చు. కొన్ని శిలీంధ్రాలు శైవలాలతో సహజీవులుగానూ, కొన్ని శిలీంధ్రాలు వృక్షాల వేరు మండలంతో సాంగత్యాన్ని పెంచుకొని సహజీవనాన్ని సాగించగలవు. అన్ని శిలీంధ్రాలకూ సూక్ష్మ మాత్రిక మూలకాలు, విటమిన్లు, నత్రజనీ, భాస్వరము పోటాసియమ్, గంధకము, మెగ్నీషియమ్ మున్నగునవి అవసరము.

### వైరస్లు

వైరస్ల నిర్మాణాన్ని తెలుసుకోవడానికి మొదట పొగాకుమీద కనిపించిన మొజాయిక్ వైరస్ చాలవరకు తోడ్పడింది. మొజాయిక్ తెగులు సంక్రమించిన ఆకులరసాన్ని ఆరోగ్యవంతపుఆకు మీదరుద్దితే ఆ ఆకులుకూడా తెగులుకులోనవుతాయి. ఆకులరసాన్ని సూక్ష్మతిసూక్ష్మమైనపింగాణివడపోత కడ్డితో వడపోస్తే, వైరస్లకంటె పెద్దవిగా వుండే సూక్ష్మజీవులు నిలిచిపోగా, వడపోసిన మొజాయిక్ ఆకులరసాన్ని ఆరోగ్యవంతమైన ఆకులమీద రుద్దితే తెగులు వస్తుందనికూడా విశదీకరించారు. తెగులును సంక్రమింపజేసే పదార్థము కణాకారంలో ఉండదని

అభిప్రాయమేర్పడి, తెగులు తెచ్చే రసమునకు ప్రాణాన్ని అపాదించారు. దీనిని TMV అని వ్యవహరిస్తారు. వైరస్‌ల నిర్మాణమును, లక్షణాలను తెలుసుకొనేందుకు TMV తోడ్పడింది. TMV వైరస్‌ను ప్రపథమంగా 1935 లో వేరు చేశారు. అతిథేయనుండి వేరుచేయబడ్డపుడు వైరస్ ఎలాంటి పెరుగుదలను చూపదు. ఈ వైరస్‌లు రసాయన అణువులవలె పొడవైన సూదులులాగా ఉంటాయి. ఈ అణువులను తిరిగి నీటిలో కలిపి ఆకులపై రుద్దినచో ఉధృతంగా తెగులు సంక్రమిస్తుంది. TMV ని న్యూక్లియో ప్రోటీన్‌గా తరువాత తెలుసుకున్నారు. ప్రోటీన్, రైబోకేంద్రకాష్టము కలసి TMV ఏర్పడిందన్న మాట. వీటిలో ప్రోటీన్ అధిక గాఢతలో ఉంటుంది. రైబో కేంద్రకాష్టము స్వల్పంగా ఉంటుంది. వ్యాధిని సంక్రమింపచేయడానికి రైబోకేంద్రకాష్టమే అతిముఖ్యమైనదని పిమ్మట పరిశోధన ద్వారా వ్యక్తం అయింది. X-రే వివర్తనము, ఎలక్ట్రా ఫోరేసిస్ లాంటి నూతన సాంకేతిక పద్ధతుల నవలంబించికూడా వైరస్‌ల గుణగణాలను తెలుసుకొన్నారు.

వైరస్‌ల స్వరూప పరిమాణాలలో వైవిధ్యాన్ని గమనింపవచ్చు. ఇవి 25-250 మిల్లీ మైక్రాన్‌ల వ్యాసము కల్గిఉంటాయి. వీటిలో కణనిర్మాణపు ప్రసక్తి లేదు. కేంద్రకము సంపూర్ణంగా ఉండదు. కణ కవచములో ప్లాస్మా పొరలు లేనేలేవు. అందు వల్లనే సజీవ అతిథేయ కణాలనుండి వేరు పరిస్తే వైరస్‌లు నిర్జీవులుగా ఉంటాయి. అప్పుడు వైరస్ కేవలం రసాయన అణువుగా ఉండిపోతుంది. వైరస్‌లోని చిన్న రేణువును విరియన్ అని పిలుస్తారు. ఇది రెండు భాగాలతో కూడిఉంటుంది. TMV వైరస్‌లో విరియన్ దృఢమైనదిగా దండాకారములో ఉండి ప్రోటీనుచే చుట్టుకొనబడి ఉంటుంది. దండాకార

ముగా ఉన్నభాగము రైబో కేంద్రకాష్టంతో నిర్మితమై ఉంటుంది. ఇది జన్యు గుణాలను నిర్ణయిస్తుంది. వైరస్‌లలో DNA గానీ RNA గానీ ఉంటాయి. కానీ ఏ వైరస్‌తోనూ రెండూన్నా కలసి ఉండవు. మధ్యలో దీర్ఘంగా RNA అణువుతో వ్యాపించియున్న భాగాన్నే న్యూక్లియోడ్ లేదా కోర్ అంటారు. రక్షణ కవచంగా చుట్టుకొని ఉన్న ప్రోటీన్ భాగాన్ని కాప్సిడ్ అంటారు. కోర్‌ను, కాప్సిడ్‌ను కలిపి న్యూక్లియోకాప్సిడ్ అంటారు.

వైరస్‌లు అవికల్ప పరాన్నజీవులు కనుక అతిథేయ కణాలలోవలె అతిథేయ జీవపదార్థంనుండి కొత్త విరియన్‌లను ఉత్పత్తి చేస్తాయి. నూతన విరియన్‌లు ఏ విధంగా ఉత్పత్తి చెందుతాయో యింకనూ విపులంగా విశదం కాలేదు. వైరస్‌లలో జన్యుపదార్థము పునస్సంయోజనంచెంది ఉత్పరివర్తనాలు కూడా చూపుతుందని గమనించారు. వైరస్‌లకు వాటి అతిథేయాలకు నిచ్చిత సంబంధాలు ఉన్నందువల్ల ఒక్కొక్క వైరస్ కొన్ని అతిథేయ శాతులనే ఎదుర్కొనగలదు. దీనినే అతిథేయ విశిష్టత అంటారు. వైరస్‌లు అనేక రోగాలకు కారకాలని కూడా గమనించవలె. మొక్కలకు, జంతువులకు, మానవులకు వైరస్‌లవల్ల అనేక రకాల భయంకర వ్యాధులు ప్రాప్తమవుతాయి.

మైకోప్లాస్మా వల్ల కూడా మొక్కలకూ, మానవులకూ, అనేక రకాల వ్యాధులు ప్రాప్తమవుతున్నాయి. ఇవి కణకవచ రహితములై అనేక రూపాలను దాల్చి ఉంటాయి. వీటిలో చాలన శక్తిని గమనించలేము. ఇవి సాధారణంగా అవికల్ప పరాన్నజీవులుగా ఉంటాయి. ఇవి పరిమాణంలో వైరస్‌లకంటే కూడా సూక్ష్మమయినవని చెప్పవచ్చు. ఇవి కూడా టోపలి కణాలనే ఎదుర్కొంటాయి.

## FURTHER READING

1. Sistrom, W. R. 1962. Microbial Life, Holt Rinehart and Winston

2. Frobisher, M. 1958. Fundamentals of Microbiology. W.B. Saunders Co.

3. Smith, K. M. 1965. The Biology of Viruses, Oxford University Press.

డా॥ జె. వి. శ్రీనివాసరావు

## 94. సూక్ష్మజీవులు : మానవులు

[Man & Microbes]

సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమైనజీవులనగానే బాక్టీరియమ్, వైరస్లు, శిలీంధ్రాలు, తక్కిన, సూక్ష్మజీవులని మనకు తెలుస్తుంది. (వివరములకు చూ.పు. 485).

సూక్ష్మజీవులవల్ల మానవులకు అనేక లాభాదాయకమైన యోగికాలు ఉత్పన్నం చేయడం జరుగుతుంది. ఆ సూక్ష్మజీవులవల్లనే అపారనష్టం కూడా కలుగుతుంది. పంటలకు తెగుళ్ళను పుట్టించి నిత్యావసరాలకు వినియోగపడే మొక్కలను షీడింపజేసి గింజలను, కూరగాయలను, పండ్లను ఇవి నాశనమొందిస్తాయి. సూక్ష్మజీవులకు మానవుల మనుగడతో, ఆత్యంత సాన్నిహిత్యం వుందని గమనించాలి. సూక్ష్మజీవులు వివిధ పంటలకు తెగుళ్ళను పుట్టించి నష్టాన్ని కల్గించుటయేగాక షామానికి దారితీసి ప్రాణనష్టం కల్గిస్తున్నాయని చెప్పుటలో ఎంత మాత్రము అతిశయోక్తి లేదు. ఫైటాఫ్ థోరా ఇన్ ఫెస్టెన్స్ శిలీంధ్రాలవల్ల వచ్చిన తెగులుచే బంగాళదుంపల పంట నాశనమై ఘోరమైన కరువుకు ఒక పర్యాయము దారి తీసింది.

పెరోన్ స్పోరేసి కుటుంబానికి చెందిన ప్రజాతులవల్లకూడా అధికంగా గడ్డి రకాల మొక్కలు పాడైపోతాయి. ఇవి గడ్డి మొక్కలమీద ఆవికల్ప పరాన్నజీవులుగా ఉండి, పంటలకు నష్టాన్ని కల్గి

స్తాయి. నజ్జ మొక్కలలో ఆకుపచ్చ కంకి ఏర్పడటం ఈ కుటుంబానికి చెందిన స్క్లెరోస్పోరా గ్రామినికోలా శిలీంధ్రాలవల్లనే. ఈ తెగులును ముఖ్యంగా రెండు దశలలో గమనింపదగును. ఆకులమీద మృదుకేశయంతమైన మచ్చలు ఏర్పడుటచే ఆకులు పత్రహరితాన్ని కోల్పోయి, తెల్లగానీ, గోధుమ వర్ణంలోగానీ ఉంటాయి. ఆకులు ముడుతలు పడి వంగిపోతాయి. కంకుల మీది ఈ దశను ఆకుపచ్చకంకి లేదా, గాడిదతోక తెగులు అని అంటారు. ఈ వ్యాధి సోకిన మొక్కలు సాధారణంగా గిడనబారిపోయి, వెన్ను పూర్తిగాగానీ, అడుగుభాగంలోగానీ చిన్న ఆకుపచ్చని ఆకులు గుత్తులుగా ఏర్పడి గాడిదతోకవలె ఉండుటచే ఈ వ్యాధికి గాడిదతోక తెగులు అనే పేరు వచ్చింది. తెగులు సోకిన మొక్కలలో కంకులు ఏర్పడవు. తత్ఫలితంగా పంట అపారనష్టానికి గురి అవుతుంది. జొన్నపంట మీదకూడా ఈ వ్యాధి విస్తారంగావచ్చి ముఖ్యంగా ఆకులమీద మచ్చలు ఏర్పడుతాయి.

ఆల్బుగో కాండిడా శిలీంధ్రమునల్ల ఆర్థిక ప్రాముఖ్యము గల కాబేజ్, ముల్లంగి, ఆవాలు మొదలగు క్రూసిఫెరేసి కుటుంబానికి చెందిన

మొక్కలమీద తెల్లకంకుమ తెగులు తగిలి ఆర్థికంగా నష్టం వస్తుంది. మ్యూకరేసి కుటుంబానికి చెందిన మ్యూకర్, రైజోపస్ ప్రజాతులు సాధారణంగా మృత్తికలోనూ, తేమగా ఉండే సేంద్రియ పదార్థాలమీదనూ విరివిగా లభ్యపడతాయి. ఎక్కువ మేరకు ఇవి పూతికాహారులే. చిలగడదుంపలో కుళ్ళు ఈ కుటుంబానికి చెందిన రైజోపస్ స్ట్రోని ఫెర్వల్ల వస్తుంది. ఈ కుటుంబానికి సంబంధించిన జాతులవల్ల మొక్కలకేగాక జంతువులకు, మనుష్యులకు అనేకరకాల జబ్బులు వచ్చే అవకాశాలున్నాయి. వీటినే మ్యూకర్ మైకోసిస్ అంటారు. చక్కెరవ్యాధి ఉన్న మనుష్యులకూ లుకేమియా ఉన్నవారికి కాన్సర్ వ్యాధిగ్రస్తులకూ ఆతి సులభంగా ఈ జబ్బు వస్తుంది.

కొన్ని శిలీంధ్రాలవల్ల మానవులకు హానికన్న లాభాలే ఎక్కువగా ఉంటాయి. పెనిసిలియమ్ ప్రజాతివల్ల అనేకపండ్లు సులభంగా కుళ్ళిపోతాయి. పెనిసిలియమ్ సిద్ధబీజాలు గాలిలోనూ, మృత్తికలోనూ విస్తారంగా వ్యాపించి ఉంటాయి. నిల్వ పెట్టిన పండ్లు - ఆరటి, ఆపిల్, నిమ్మ మున్నగునవి - ఈ పెనిసిలియమ్చే ఎదుర్కొనబడతాయి. కాని ఈ ప్రజాతివల్లనే రెండో ప్రపంచ యుద్ధంలో గాయపడిన లక్షలాది ప్రజలను మరణానికి గురి కాకుండా కాపాడ వీలయింది. ఈ ప్రజాతివల్లనే అనేక సేంద్రియ ఆహారాలను - సిట్రీక్, ఫ్యూమరిక్, ఆక్సాలిక్ మొదలగు వాటిని-ఉత్పత్తి చేయడం సాధ్యమైంది. దీనివలన అనేక మొక్కలమీద తెల్లని బూడిద తెగులు సంక్రమిస్తుంది. బతాణి, గోధుమ, కుకుర్ బీట్లు, పొద్దుతిరుగుడు, మామిడి, ఆముదము, పొగాకు మొదలైన మొక్కలమీద ఈ తెగులు వ్యాపించి పంటలకు నష్టాన్ని కల్గిస్తుంది.

అనేక ధాన్యాలమీద, యితర గడ్డిమొక్కలమీద, క్లావిసెప్స్ పర్ ఫ్యూరియా ఎర్గాడ్ అనే శిలీంధ్రం

తెగులును సంక్రమింపజేస్తుంది. దీనివల్ల రోగగ్రస్తమైన మొక్కలలో గింజలకు బదులుగా శిలీంధ్రం స్క్విరోషియమ్ పెరిగి, భారీఎత్తున ఎర్గాటిన్ అనే ఆల్కలాయిడ్ ఉత్పత్తి అవుతుంది. తెగులు వచ్చిన గడ్డినిగానీ గింజలను గానీ, తిన్న మనుష్యులును పశువులును ఎర్గాడ్జమ్ వ్యాధికి గురి అవుతారు. ఈ తెగులు సంక్రమించిన వారి కాలివేళ్ళూ వేటి వేళ్ళూ, కష్టమోగుల వేళ్ళవలె షీజింబిపోయి, తీవ్ర స్థితులలో మెదడుకు వ్యాధి సంక్రమిస్తుంది. గర్భముతోవున్న పశువులు ఎర్గాడ్తెగులుకు గురి అయిన గడ్డిని తిన్నచో గర్భస్రావంకూడా జరుగుతుంది. క్రూసిఫెరేసి కుటుంబానికి చెందిన గోబీ, కాబేజ్ మొదలైన మొక్కలమీదనూ, అరటి ఆకులమీదనూ, ఫోమా శిలీంధ్రము బూడిదరంగు మచ్చలను ఏర్పరచి మొక్కలను విస్తారంగా నాశనము చేస్తుంది. కోలిటోచైకమ్ ప్రజాతివల్ల చెరకుకు ఎర్రకుళ్ళు, పసుపు పంటమీద ఆకుమచ్చ తెగులు, పచ్చిమిరపకాయకుళ్ళు మున్నగునవి ప్రాప్తించి మానవుని నిత్యావసరాలకు వినియోగపడే పదార్థాలకు నష్టం కలుగుతుంది. తెగులు వచ్చిన చెరకు గడలనుండి తీసినరసము దుర్గంధంగా ఉండి, చక్కెరలు షీజించి, పులిసి, సారాలు ఏర్పడతాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్లో పచ్చిమిరపకాయ పంట అధికంగా ఉన్నందున కోలిటో చైకమ్ కాప్పిసి శిలీంధ్రమువల్ల ఎర్రగా పండిన మిరపకాయల చర్మం మీద నల్లటి పొడవైన మచ్చలు ఏర్పడి, పంట నాశనమై నష్టం కలుగుతుంది. పరిమొక్కలమీద మైరిక్సాలేరియా ఒరైజేవల్ల అగ్గి తెగులు, వేరుశనగ ఆకులమీద సెర్కోస్పోరా ఆరా భిడికాలద్వారా టిక్కా తెగులు, రైజోక్టోనియా, పిథియమ్ ప్రజాతులవల్ల ఆర్థోహరణరోగం వచ్చి, కొన్ని ధాన్యపు మొక్కలు సోలిపోయి, పంటలకు నష్టం కలిగి, మానవ శ్రేయస్సుకు తీరని బాధ సంక్రమిస్తుంది.

పైన వివరించినవే గాక యింకనూ ధాన్యాలమీదా చిరుధాన్యాలమీదా విధ్వంసకరమైన తెగుళ్ళను తెచ్చే అనేక శిలీంధ్రాలు ఉన్నాయి. పక్కినియా జాతులు జొన్న, మొక్కజొన్న, గోధుమ, బార్లీ, ఓట్, మున్నగు పంటలమీద కుంకుమతెగులు వ్యాప్తి నొందించి, అపార నష్టానికి దారితీస్తున్నవి. స్పాని లోధికా, యుష్టిలాగో ప్రజాతులవల్ల కాటుకతెగులు ధాన్యాలకూ, చిరుధాన్యాలకూ సంక్రమించి, చెరకు పంటకు కూడా నష్టం కలుగుతుంది. తెగులు సంక్రమించిన మొక్కల వెన్నులు పూర్తిగా టిలుటో స్పోర్ల నల్లని మసితో నిడిపోయి ఉంటాయి. ఈ వెన్నులలో గింజలు పట్టనే పట్టవు. పంట మొక్కలకు మాత్రమేగాక శిలీంధ్రాలు విలువైన వృక్షాలమీద కూడా పెరాన్న జీవులుగా ఉండి మానవుని అవసరాలకు వినియోగపడే వృక్షాలను నాశనమొందిస్తాయి.

ఇంతవరకూ శిలీంధ్రాలుతెచ్చే తెగుళ్ళను గురించియు మానవజాతికి ఎంతటి నష్టాన్ని కల్గిస్తున్నాయో అనే విషయాల్నిగురించియు వివరించడమైనది. కాని ఈ జీవులే మానవ సమాజానికి భారీ యెత్తున తోడ్పడుచున్నాయని చెప్పడంలో అతిశయోక్తిలేదు. నిత్య జీవితావసరాలకు ఉపకరించే రొద్దెలను, జన్నును, అనేక సేంద్రియ ఆహారము, ఆల్కహోలును, ఎన్జైమ్లను, విటమిన్లను, వృద్ధివర్ధక యోగికాలను, సూక్ష్మజీవ నాశకాలను, ఆమెనో ఆహారము మనకు శిలీంధ్రాలే ప్రసాదిస్తున్నాయి. గెణుసుగడ్డలు, గోధుమ, మొక్కజొన్న మొదలగు వాటినుండి ఇథైల్ ఆల్కహాల్ను ఉత్పన్నమొందించటంలో ప్రకిణ్యాలు (యీస్టులు) ఉపకరిస్తాయి. మానవ శ్రేయస్సుకు వినియోగపడే అనేక ఔషధాలలో ఇథైల్ ఆల్కహాల్ను వినియోగిస్తూ ఉంటారు. పారిశ్రామిక రంగాలలో - అనగా గ్లిసరాల్, ఎస్కి, రమ్, సిరాలు, షీర్, మిఠాయి పదార్థముల తయారీలో - ప్రకిణ్యాలను ఉపయోగించెదరు.

శిలీంధ్రాలేకాక అత్యంత హానికరమైన బాక్టీరియంలను<sup>3</sup> కూడా అత్యంత లాభాలను పొందుచున్నాము. రబ్బరు, పెయింటు, ప్లాస్టిక్ పరిశ్రమలలో విరివిగా వాడే బ్యుటైల్ ఆల్కహాల్, అసిటోన్, ఐసోప్రాపైల్ ఆల్కహాల్ మున్నగు వానిని పిండి పదార్థాలనుండి బాక్టీరియంల సాయముతో తయారుచేయడం జరుగుతుంది. ఆస్పర్టిలెన్ నైగర్ వల్ల ఉత్పన్నమయ్యే గాలిక్ ఆమ్లమును విరివిగా సిరా తయారీలోనూ, రంగుల పరిశ్రమలోనూ వినియోగిస్తూ ఉంటారు. శాఖరోమైసిస్ సెరివిసియెని ఉపయోగించి రొద్దెలను తయారు చేయడం మానవ సమాజానికి ఉపయోగపడే పరిశ్రమ. ఫులియబెట్టే ప్రక్రియలలో విడుదలయ్యే కార్బన్ డయాక్సైడ్, రొద్దెను ఉబ్బించి, రంధ్రాలను ఏర్పరచి స్పంజివలె చేస్తుంది. కొన్ని పిండి పదార్థాలను గ్లూకోస్, సూక్రోస్ లవంటి చక్కెరలను కలిపి ప్రకిణ్యాలతో ఫులియబెట్టెదరు. ఇక్కడ ఉపయోగించే ప్రకిణ్యాలవల్ల ఆల్కహాల్ అధికంగా ఉత్పత్తికాదు. ఊరబెట్టిన కాయల రంగును, సువాసనను మార్చగలిగిన శక్తి, కాయలను మెత్తబరచే శక్తి అనేవి-ఉరగకాయలలో లోక్టోబెసిల్లస్ లనుండి ఉత్పన్నమయ్యే-లాక్టిక్ ఆమ్లము, ఉప్పు, సూక్ష్మ జీవుల జీవప్రక్రియలవల్లనే అని గమనించాలి. బాసిల్లస్ మెగథీరియమ్, స్ట్రెప్టోమైసిస్ గ్రీసియన్ల నుండి పిటమిన్ B<sub>12</sub>ను భారీఎత్తున తయారుచేసి అనేక పోషక పదార్థాలలోను, ఔషధాలలోను వాడుచున్నారు. శిలీంధ్రాలనుండి భారీఎత్తున ఎన్జైమ్లను తయారుచేసి, వివిధ వాణిజ్య నామాలతో విక్రయిస్తూ ఉంటారు. కొన్ని శిలీంధ్రాలు, బాక్టీరియంలు అనేక ములైన సూక్ష్మ జీవ నాశకాలను ఉత్పత్తిచేసి, కలరా, డైఫెయిర్ మొదలగు వ్యాధులను అరికట్టుటలో తోడ్పడతాయి. జంతువుల చర్మాలను శుభ్రపరచేందుకు అవసరమయ్యే ఎన్జైమ్లను శిలీంధ్రాలే ఉత్పన్నం చేస్తాయి.

అనేక రకాల నూత్నజీవులు అధిక సంఖ్యలో వాతావరణంలోనూ, మృత్తికలోనూ లభ్యపడి, పంటలకూ మానవులకూ ఆపారనష్టాన్ని, బాధను కల్గించినప్పటికీ, మానవ సమాజానికి తీరని లాభాన్ని చేకూర్చి పురోభివృద్ధిని అవి కల్పిస్తున్నాయని చెప్పవలసి వుంది.

## FURTHER READING

1. WEBSTER. 1970. Introductions to Fungi. Cambridge University Press.
2. JOHNSON, W. H. and STEERE, W. C. 1962 This is Life. Holt Rinehart and Winston

డా॥ జె. వి. శ్రీనివాసరావు

## 95. మొక్కల వ్యాధులు - నిర్మూలన చర్యలు

మొక్కలమీద వచ్చే తెగుళ్ళను, అతిథేయ మీద ప్రస్ఫుటమయ్యే లక్షణాల ననుసరించి, వర్గీకరింపవచ్చు. మొక్కలకు తెగుళ్ళు - శీలంధ్రాలు, బాక్టీరియములు, వైరస్లు, మైకోప్లాస్మా, ఇంక తక్కిన-అనేక కీటకాల ద్వారా సంక్రమింపవచ్చు. మృత్తికలో ఉత్పన్నమయ్యే విషపదార్థాలవల్లనూ, ఖనిజ లవణాలు, విటమిన్లు, కొరతపడటంవల్లనూ కూడా మొక్కలకు తెగుళ్ళు రావచ్చును. వివిధ రోగ చిహ్నాలలో ప్రస్ఫుటమయ్యే వివిధ రకాల తెగుళ్ళను మొక్కలమీద గమనింపవచ్చు. ముఖ్యముగా మొక్కలకు తెగుళ్ళు రావడానికి వాతావరణ పరిస్థితులు కారణభూతములని చెప్పాలి. ఉష్ణోగ్రత, తేమ ముఖ్య కారకాలు. ఉష్ణోగ్రత తక్కువగా ఉండే పర్వత ప్రాంతాలలో సహజంగా అనేక తెగుళ్ళను గమనింపవచ్చు. ప్రతి వ్యాధిజనకానికి అల్ప, యుక్త, అధిక ఉష్ణోగ్రతలను నిర్ణయింపవచ్చు. మొక్కలకు అధికంగా శీతాకాలంలోనే తెగుళ్ళు ఉధృతంగా వచ్చి నష్టాన్ని కల్గిస్తాయి. వాతావరణంలోని తేమయు, మంచునూ, తెగుళ్ళనూ వాటి వ్యాప్తిని ప్రభావితం చేస్తాయి. సాధారణంగా తెగుళ్ళను పొడిగా ఉండే ప్రదేశాలలో గమనించలేము. మృత్తికలో తేమ, విస్తా

రంగా ఉంటే, అది అనేక తెగుళ్ళకు దారితీస్తుంది. ఉష్ణోగ్రత, తేమమాత్రమేగాక కొంతవరకు మృత్తికలోని ఆమ్లతారధర్మము, పోషకపదార్థములు, ఆక్సిజన్ గాఢత మున్నగువాటి ననుసరించి తెగుళ్ళ ప్రవర్తన ఉంటుంది.

వ్యాధిజనకాల వల్ల మొక్కలలో కొన్ని సంక్లిష్ట చిహ్నాలు అవగతమవుతాయి. క్రియాత్మకంగా జరగవలసిన విధులలో మార్పులవల్ల కూడా చిహ్నాలు అవగతమవుతాయి రోగచిహ్నాలను ఆధారంగా తీసుకొని వివిధ తెగుళ్ళను సులువుగా అవగాహన చేసుకోనేందుకు దిగువ పద్ధతిని పీలరు పండితుడు అనుసరించాడు.

### ఆర్ధ్రహరణము :

విథియమ్ డిబారియానమ్, వైటోఫ్థోరా, పూసేరియమ్, రైజోక్టోనియా, హెల్మింథో స్పోరియమ్, కోలిటోరైకమ్ అనే ప్రజాతులలోని కొన్ని జాతులవల్ల ఈ వ్యాధి సంక్రమిస్తుంది. సాధారణంగా మట్టిలోతేమ అధికంగాఉండి, మృత్తికాంతర వాతావరణములో గాలి లేకుండా ఉన్నపుడు ఈ వ్యాధి సంప్రాప్తమవుతుంది. ఈ తెగుళ్ళవల్ల బాగా మొలకెత్తగల విత్తనాలు, నాడుమొక్కలుగా



వృద్ధి నొందక అక్కడక్కడ మొలకెత్తని ఆవరణను ఏర్పరచవచ్చు. మరొక దశలో మొలకెత్తిన విత్తనాలు మొక్కగా అభివృద్ధి చెదక దాని కాండకణజాలము భూమిపరితలం వద్ద కుళ్ళి పోయినదై ముకుళించుకొనిపోయి నేలమీద సోలి పోతుంది. పిమ్మట ఎండిపోతుంది. నీటివనరులు సరిగాలేని మృత్తికలోను, వత్తుగా ఎదిగే నారు మొక్కలుగల ప్రదేశాలలోనూ, ఈ తెగులు ఎక్కువగా కనబడుతుంది.

ఈ తెగులును నిర్మూలించుటకుగాను మొక్కలను బాగా వత్తుగా, గుంపుగా పెంచరాదు. నీటి పారుదలను పెంపొందించి ఎక్కువగా నీటిని మృత్తికలో నిల్వబెట్టక, మృత్తికలో బాగా గాలి ఉండునట్లు చేసి, భూమిపరితలానికి కూడా తగు సూర్యరశ్మి సోకునట్లుగా జాగ్రత్తీసుకున్నచో సులువుగా ఈ వ్యాధిని అరికట్టవచ్చు. నీటిఆవిరి ద్వారా లేదా ఫార్మలీన్ సాయంతో మృత్తికను సూక్ష్మ జీవరహితం చేసి కూడా ఈ తెగులును అరికట్టవచ్చు.

### నాళికా వాహిత మ్లానతలు

బాక్టీరియమలవల్ల, అనేక శిలీంధ్రాలవల్ల ఈ తెగులు సంక్రమిస్తుంది. ఈ వ్యాధి సంక్రమించిన మొక్కలు శాశ్వతంగా పాలిపోయి, ముకుళించుకొని ఎండిపోతాయి. ఈ వ్యాధి ప్రాప్తించిన మొక్కల కాండాలను కోసిచూస్తే, నాళికాకణజాలాలు వివర్ణమైన చైతోసన్లు, జిగురుపదార్థాలలో నిండి పరిసరాల్లోని మృదుకణజాలపు క్షీణత కనుపిస్తుంది. సూడోమోనాస్ సోలనేసియారమ్ బాక్టీరియమవల్ల టొమాటో, వంగ, పొగాకు మొక్కల మీద, జాంథోమోనస్ వ్యాస్కులోరమ్ వల్ల చెరకు మీద ఈ తెగులు వస్తుంది. ఫ్యూసేరియమ్ ప్రజాతిలోని అనేక జాతులవల్ల టొమాటో, పత్తి, ఆలచందలు, కర్బూజ మున్నగు వాటిమీదను, వెర్టిసిలి

యమ్, ఆల్ఫో ఆట్రమ్ శిలీంధ్రాలవల్ల అనేక ఆవృత బీజాల మీదను ఎల్బ్ తెగుళ్ళు వస్తాయి.

ఈ వ్యాధి సంక్రమించినపుడు మొదటిదశలో మొక్కల ఆధోభాగంలోని పత్రవృంతాలు క్రిందికి వంగిపోయి, ఆకులలో, ముఖ్యంగా ఈనెం పక్కభాగాలలో, వివర్ణత ఏర్పడుతుంది. తత్ఫలితంగా ఆధోభాగంలోని ఆకులు పసుపుపచ్చ వర్ణాన్ని చూపుతాయి. క్రమంగా ఆకులు రాలి పోతాయి. ఈ రకమైన చిహ్నాలనే వృద్ధి నొందే లేత ఆకులమీద కూడా గమనింపవచ్చు. ఎండ ఎక్కువగా ఉన్న రోజులలో పగటిపూట కొన్ని ఆకులు వదలిపోయినట్లుండి, రాత్రివేళల ఆరోగ్యవంతంగా కానవస్తాయి. కాని చివరకు ఈ తెగులు వల్ల మొక్కలు శాశ్వతంగా పాలిపోయి యెండి పోతాయి. ఈ వ్యాధిజనకాలవల్ల మొక్కలలో ఎక్కువగా ఉత్పత్తి అయ్యే రసాయనాలే రోగచిహ్నాలకు కారకాలని భావిస్తున్నారు.

వ్యాధినిరోధక శక్తిగల రకాలను వాడుట శ్రేయస్కరము. మృత్తికను శిలీంధ్రనాశక, బాక్టీరియమ్ నాశక ఔషధాలతో శుద్ధిచేసి విత్తనాలను వేయడం ఉత్తమము. సస్యపరివర్తనం ద్వారా కూడా ఈ తెగులును నిర్మూలించుటం సాధ్యమవుతుంది.

### డౌనీమిల్ డూళ్ళు

మెరనో స్పోరేలిన్ క్రమానికి చెందిన పెరనో స్పోరా, ప్లాస్మా పొరా, స్క్రీ-రోస్పోరా ప్రజాతుల వల్ల అనేక వాణిజ్య పంటల మీద, సజ్జ, జొన్న, ద్రాక్ష, ఎర్రగడ్డలు, ( ఉల్లిపాయలు ) గుమ్మడి మున్నగువాటిమీద ఈ తెగుళ్ళు వస్తాయి. ఎక్కువ తేమగా ఉన్న వాతావరణ పరిస్థితులలో ఆతిథేయ పత్రాలమీద శిలీంధ్రపు సిద్ధబీజాశయ వృంతాలు అధికంగా ఉద్భవించినందువల్ల బూడిదరంగు వలె ఈ వ్యాధిని గమనింపవచ్చును.

ఈ తెగులు ముఖ్యంగా మట్టిద్వారా సంక్రమిస్తుంది. ఈ వ్యాధి ద్వారా ఏర్పడ్డ కోశాంతర సంయుక్త బీజాలు, మృత్తికలో, ఆకుఅలాలతో కలసి ఉంటాయి. పరిస్థితులు అనుకూలంగా ఏర్పడగానే సంయుక్త బీజాలు మొలకెత్తి, మృత్తికలో ఉండే మొక్కభాగాలలోకి చొచ్చుకుపోయి తెగులును వ్యాప్తించిస్తాయి. కావున ఎండిపోయిన ఆకు అలములను తగులపెట్టి కోశాంతర సంయుక్త బీజాలను మృత్తికలో కలవకుండా చూడాలి. అగ్రసాన్ GN తో విత్తనాలను పరిశుద్ధిచేసి వాడినచో వ్యాధి వ్యాప్తి చెందకుండా నియంత్రించవచ్చు. వ్యాధినిరోధక శక్తిగల రకాలను ఉపయోగించుట మేలైన మార్గము.

### వేరుకుళ్ళు

ఓఫియో బోలస్, రోసిలీనియా నెకాటిక్స్, స్క్రెరోషియమ్ రాల్ఫ్సీ, ప్యూసేరియమ్ సోలానై మొదలగు శిలీంధ్రాలవల్ల వేరుకుళ్ళు వస్తుంది. ఈ వ్యాధి సోకిన మొక్కలలో వేరుమండలము క్రమంగా కుళ్ళుతుంది తీవ్రావస్థలో కాండము మొదలువరకు కుళ్ళు పాకి, మొక్క పెరుగుదలకు అవసరమయ్యే నీరు, పోషకపదార్థాల సరఫరా ఆగిపోయి, మొక్క గిడసబారి, ఆకులు కనుపువచ్చు వర్షానికి మారి, రాలిపోయి, మొక్క విపత్కర పరిస్థితులకు లోనై, చివరకు ఎండిపోతుంది. ఈ వ్యాధి జనకాలు సాధారణంగా మృత్తికలో క్లోమిడోస్పోర్ రూపంలో, స్క్రెరోషియమ్లుగా ఉండి, తెగులు సంక్రమింపజేస్తాయి. బంగాళాదుంప, ముల్లంగి, కారట్, బీట్, పత్తి, గోధుమ మున్నగు మొక్కల వేరుమండలాలకు వ్యాపించి ఇవి ఆహార నష్టాన్ని కలిగిస్తాయి.

విత్తనాలు నాడేముందు మృత్తికను శుద్ధిచేసి వేరుకుళ్ళును నిర్మూలించవచ్చు. వ్యాధి నిరోధక శక్తిగల రకాలను వాడటము శ్రేయస్కరము.

### బూడిద తెగులు

ఎరిసైఫే కుటుంబానికి చెందిన, ఎరిసైఫె ఆన్ని న్యూలా, మున్నగు ప్రజాతులవల్ల ఈ తెగులు వస్తుంది. అతిథేయ మొక్కల ఆకులమీద, తెల్లని బూడిద వెదజల్లినట్లుగా శిలీంధ్ర కోనిడియో ఫోర్లతోను, కొనిడియమ్లతోను నిండిపోయి కనబడుతుంది. ఆనవ, గుమ్మడి, పొగాకు, ఆముదము, గోధుమ, బఠాని, ద్రాక్ష, గులాబీ, ఆపిల్ మున్నగు మొక్కల మీద విస్తారంగా ఇది వ్యాపించి వుంటుంది.

బూడిద తెగులు నిర్మూలనకు గంధకపు పొడి గల శిలీంధ్రనాశక ఔషధాలను చల్లటం మంచిది. దీనితోపాటు కాపర్ సల్ఫేట్, కార్బేన్ కూడ సంతృప్తికరమైన ఫలితాన్ని ఇస్తాయి.

### కుంకుమ తెగులు

పక్సినియా, యూరోమెసిస్ మెలాంప్సోరా, మొదలగు శిలీంధ్ర ప్రజాతులవల్ల అనేక వాణిజ్యపు పంటలమీదనూ, చిరుధాన్యాల మీదనూ ఈ తెగులు వచ్చి, పంటలకు భారీ నష్టాన్ని కలుగజేస్తుంది. గోధుమ బార్లీ, ఓట్లు మున్నగు పంటలకు అపార నష్టము దీనివలన కలుగుతుంది. ఈ తెగులువలన ఆకుల మీదనేగాక కాండములమీదకూడా స్పోకాలు ఏర్పడతాయి. ఈ తెగులు వచ్చినపుడు అతిథేయ కణాలలో హరితరేణువుల ప్రమాణం తగ్గిపోయి, కిరణజన్య సంయోగ క్రియా దక్షత దెబ్బతిని మొక్కలు వృద్ధిచెందవు.

డై థేన్ భర్తివలన కుంకుమతెగులును నివారించవచ్చు. అక్టిడియోన్ను, సల్ఫా మిశ్రమాలను ఉపయోగించి కూడా కుంకుమ తెగుళ్ళను అరికిట్టవచ్చు. వ్యాధి నిరోధక శక్తిగల మొక్కలను వాడడము చాలా శ్రేయస్కరము.

కాటుక తెగులు :

యుస్టిలా జీనేలిన్ క్రమానికి చెందిన యుస్టిలాగో స్పాసిలోఫిటా, ఎండైలోమా, టీల్లిషియా మున్నగు ప్రజాతులవల్ల గ్రామినీ కుటుంబానికి చెందిన మొక్కలమీదను, చెరకు, ఉల్లిపంటలకును కాటుక తెగులువచ్చి పంటలకు అపార నష్టాన్ని కలుగ జేస్తుంది. వృషాంతర భాగాలలో శిలీంధ్రము వృద్ధి చెందే సమయములో, మొక్క, రోగగ్రస్తమయి నట్లు కనబడక, మొక్క పుష్పించే సమయంలోనే దెలిదోస్పోరులు ఉత్పత్తి అయి రోగాల లక్షణాలను ప్రస్తుతంగా కనబరచ కల్గుతాయి. తెగులు సంక్రమించిన మొక్కల వెన్నులు, పూర్తిగా దెలిదోస్పోరుల నల్లని మసితో నిండి ఉండు లక్షణాన్ని అనుసరించి, దీనిని కాటుక తెగులని పిలుస్తారు.

విత్తనాలను వేడినీటి చికిత్సద్వారా శుద్ధిచేసి సుప్రావశ్యతో ఉండే శిలీంధ్ర జాలాన్ని నాశన మొందించవచ్చు. గోధుమకు పట్టే కాటుక తెగులుకు, గింజలను 6 గంటలసేపు నీటిలో నానబెట్టి, పిమ్మట స్పెర్గాన్-SLతో ముంచిబయటకు తీసిన, మంచి ఫలితాన్ని పొందవచ్చు. బార్లీకి పట్టే కాటుక తెగులుకు అగ్రోసోన్ GNతో విత్తనాలు శుద్ధిచేసి, లేదా కర్పన పాదరస సంయోగ పదార్థమైన అగ్రోసాన్ SWతో పూర్తిగా నివారింపవచ్చును. చెరకునకు కూడా కాటుక తెగులు గాలిద్వారా వ్యాప్తమౌతును. కనుక పొలంలో కాటుక తెగులు కనిపించగనే మొక్కను సమూలంగా పెరికివేసి తగులబెట్టుట ఉత్తమమైనపని. అంటులద్వారా వ్యాధి సంక్రమిస్తుంది. కావున అంటులను 0.1% మెర్క్యురిక్ క్లోరోడ్ లో మంచి, అయిదు నిమిషాల సేపు ఉంచి, పిమ్మట అంటులను వాడవలెను. వ్యాధి నిరోధక శక్తిగల రకాలను వాడుట శ్రేయస్కరము.

ఆకు మచ్చలు

మొక్కల యొక్క ఆకులమీద వచ్చే అనేక రకాల తెగుళ్ళలో చిహ్నాలు కొద్దిపాటి మచ్చలుగా ఏర్పడతాయి. వ్యాధినిబట్టి మచ్చల పరిమాణం లోనూ, ఆకారము లోనూ, మార్పు ఉండవచ్చు. శిలీంధ్రాలు, బాక్టీరియమ్లు ముఖ్యంగా పంట మొక్కల ఆకుపచ్చ తెగుళ్ళను కల్గిస్తాయి. వంగ, టామాటో, బంగాళదుంప ఆకులమీద ఆల్టర్ నే రియా సోలాని జాతి మచ్చలను ఏర్పరచి, ఆకులను రాశిపోవునట్లుగా కూడా చేస్తుంది. పరి పంట మీద కలిగే పరి అగ్గితెగులు పెరిక్యలేరియా ఒరైడే వల్లనూ, సెరోగోస్పోరా ఆరాబిడికోలా వల్లనూ కలుగుతుంది. వేరొకనగ మీద టిక్కా తెగులు, హెల్మింథో స్పోరియమ్, క్లడోస్పోరియమ్ మొదలగు శిలీంధ్ర ప్రజాతులవల్ల సంక్రమిస్తుంది.

పత్తి పంటమీద వచ్చే పత్తియ కోణాంకము పత్తిని పండించే అన్ని ప్రాంతాలలోనూ జాంధో మోనాన్ మాల్టేసేయారమ్ వల్ల వస్తుంది. పొగాకు మీద కోణీయ పత్రాంకము సూడోమోనాన్ ప్రజాతి వల్ల వస్తుంది. వీటి నిర్మూలనకు విత్తనాలను గంధ కాష్టుంలో వేసి, పిమ్మట అగ్రోసాన్ GN, సిర సానీల వంటి కర్పన పాదరస సంయోగ పదార్థాలతో శుద్ధిచేసిన యెడల ఫలితాన్ని పొందవచ్చు. టిక్కా-తెగులు విషయంలో మాత్రము రైఫేన్ Z-78 చల్లిన మంచి ఫలితాన్ని పొందవచ్చు. విత్తనాలను అగ్రోసాన్ GN లో ఆరగంటసేపు ముంచి, శుద్ధి చేసినను ఫలితాన్ని పొందవచ్చు.

బైటలు, ఆంత్రిక్ నోస్ లు

మెలంకోనియేలిన్ క్రమానికి చెందిన కోలిటో బైకమ్ ప్రజాతివల్ల మొక్కలమీద ఏర్పడే నల్లని బొగ్గవంటి మచ్చలను ఆంత్రిక్ నోస్ తెగులు అంటారు. చిక్కడుమీద, రాస్ బెర్రీ, కాఫీ, నిమ్మ తదితర మొక్కలమీద ఈ తెగులు ప్రాప్తమవు

తుం. ఆకస్మికంగా మొక్కల పత్రాలు తెగులుకు లోనైతే, దానిని బ్లైట్ అని వ్యవహరిస్తారు.

ఈ తెగులును నిర్మూలించుటకు ఆరోగ్యవంతమైన అంటును ఎన్నుకోవాలి. రెండు మూడు సంవత్సరాలకు సస్య పరివర్తనం చేయాలి.

**చీపురుకట్ట తెగుళ్ళు, ఆకు ముడతలు**

టాప్రినాడి ఫార్మెన్స్ వల్ల, పీచ్ ఆకులమీద ముడతల తెగులు సంక్రమిస్తుంది. ఈ తెగులు వచ్చినచో వ్యాధిజనకాలు అతిథేయంలో ఆసాధారణ వృద్ధిచెంది తత్ఫలితంగా కణాలు విభజన చెంది, పరిమాణంలోకూడా విచిత్రంగా పెరిగే అవకాశముంది. ఆకులలో పత్రహరితము తగ్గిపోయి, ఆకులు ఎరుపురంగులోకి మారి శీలీంధ్రాంగాలు వృద్ధి నొందుటతో, ఆకులమీద బూడిదరంగు పదే నూగు ఏర్పడుతుంది. ఈ వ్యాధి సోకిన మొక్కలను పెరికివేసి, తగులబెట్టి వ్యాధిని నిర్మూలన చేయవచ్చు.

**క్యాంకర్ లు, కణుతులు**

అగ్రా బాక్టీరియమ్ ట్యూమిపేసియన్స్ వల్ల మొక్కలమీద కణుతులు ఏర్పడతాయి నిమ్మను పండించే ప్రాంతంలో జాంథోమోనాస్ సిద్రిఫల్ల కాంకిర్ తెగులు సంక్రమిస్తుంది. ఈ తెగులు ఆకులు, రెమ్మలు కాయలమీదకూడా కనుపిస్తుంది. ఫైటోమైసిస్, ఫైరిఫైటోమైసిస్ వంటి సూక్ష్మజీవ నాశకాలను వాడి ఈ తెగుళ్ళను తరికట్టవచ్చు. 1% బోర్డోమిశ్రమము కూడా మంచి ఫలితాన్ని ఇస్తుంది.

#### FURTHER READING

1. SINGH. R. S. ( 1968 ). Plant Diseases. Oxford & I. B. H. Publishing Co. New Delhi.
- 2 ALEXO POULOS, C. J. ( 1962 ). Introductory Mycology; 2nd ed. Wiley Eastern Press Ltd. New Delhi.

డా॥ జె. వి. శ్రీనివాసరావు.

## 96. పుట్టుకతో వచ్చే దోషాలు - వాటి వల్ల కలిగే అస్వస్థత

(Inborn Errors and Their Pathology)

మానవులలోను, జంతువులలోను, వికృతంగా వింతగా ఉండే శిశువులు పుట్టడం, అనాదినుండి అంతటంతట జరుగుతూనే ఉన్నది. ఈ శిశువులకు దోషాలలో అంగ, సాష్టవమునకు చెందిన వికృత రూపాన్నే ఎక్కువగా గమనిస్తూ ఉంటారు. పీటన్నింటినీ దైవలీలగానో, భూత పిశాచాల చేష్ట

లుగానో పరిగణిస్తారు. రోగకారణాన్నేషణలు, జన్యుశాస్త్రాభివృద్ధి, అన్ని ప్రయోగ విజ్ఞానము- ఇవి ప్రపంచమున వృద్ధియైన తరువాత పుట్టుకతో వచ్చే దోషాల గురించి శాస్త్రీయంగా తెలుసుకోవడం సాధ్యమైనది. ఈ దోషాలు చాల వరకు అనువంశికంగా వస్తాయనీ, వివాహాలు చేసు

కోవడంలో దగ్గర సంబంధాలు చేసుకోవడంవల్ల ఇవి అటస్టింబడం ఎక్కువవుతుందనీ తలసింది. కాని ఆసలీ దోషాలు ఎలా సంభవిస్తున్నాయో ఈ మధ్యనే తెలుసుకోవడం సాధ్యమైనది.

చేతులకు, కాళ్ళకు బడు కన్న ఎక్కువ వ్రేళ్ళు ఉండటం, వ్రేళ్ళు కలిసి ఉండటం, అంగిట, పైపెదిమలందు మొర్రీ ఉండటం మనము గమనించే సామాన్య దోషాలు. ఇవి కొన్ని వంశాలలో తరచుగాను, మరికొన్ని వంశాలలో చాలా అరుదుగాను కనిపిస్తాయి. వీటివల్ల అంతగా హానిగాని, అస్వస్థతగానీ, కలుగక పోవచ్చు. కాని అన్ని అంగదోషాలు హానికరాలు కావనలేము. ఉదాహరణకు ఫోకోమెలియా (Phocomelia) అన్నదోషం బిడ్డకు ప్రాప్తినే చేతులకు, కాళ్ళకుబడులు వాటి స్థానాలలో మొండెనించి కొద్దిగా తెడ్లలాగా పెరిగిన ఉపాంగాలుంటాయి. దీనివల్ల కలిగే నష్టం చెప్పనలవికాదు. ఇలాగే నెఫ్రోసిస్ (Nephrosis) అన్న దోషము పుట్టుకతోరావచ్చు. అప్పుడు మూత్రస్రావనాశికలు తమ కర్తవ్యములో లోపానికి గురికావడంతో మూత్రములో ప్రోటీనులు వెళ్ళిపోవడం, రక్తంలో ఆవి తగ్గిపోవడం, ఈ కారణంగా శరీరంలో నీరు చేరి వాచిపోవడం, దాంతో బిడ్డ మొదటి ఏటనో రెండో ఏటనో మరణించడం సంభవిస్తుంది. డౌన్స్ సిండ్రోమ్ (Down's Syndrome) అన్నదోషం మనము ఆక్కడక్కడ బిడ్డలలో గమనించవచ్చు. ఒట్టి బిడ్డలలో మేధస్సు పూర్తిగా క్షీణించిపోయి ఉంటుంది. హేమోఫీలియా (Hemophilia) అన్న దోషము కొన్ని వంశాలలో ఉంటుంది. దీనికారణంగా సాధారణంగా మగవారు మాత్రము నష్టపడతారు. వీరికి దెబ్బతగిలి రక్తం పోవడం ఆరంభిస్తే దానిని నిలువడం కష్టము. రక్తం గడ్డకట్టలేక పోవడమే దీనికి కారణము.

ఇకపోతే కణస్థాయిలో కూడా కొన్ని దోషాలు ప్రాప్తించవచ్చు. ఇవి చాలవరకు జీవక్రియా

పథము (Metabolic Pathways) లలో అవరోధముల వలన కలుగుతాయి. ఉదాహరణకి ఫరిటి పిల్లలకి పాలు సరిపడక పోవడము ఇలా సంభవిస్తుంది. దీనినే గాలక్టోసీమియా (Galactosemia) అంటారు. పాలలో గాలక్టోసు (Galactose) అన్న చక్కెరను వినియోగించుకోలేక పోవడంతో, ఈ చక్కెర, బిడ్డరక్తంలో అత్యధికమై అనేక విపరీతాలకు దారితీస్తుంది. ఉచ్చలో ఈ చక్కెర బయటకు పోతుంది. మేధస్సు దెబ్బతింటుంది: కళ్ళజబ్బు లొస్తాయి. ఫినైల్ కటోనూరియా (Phenyl Ketonia) అన్నజబ్బు మరో ఉదాహరణము. దీనివలన ఫినైల్ ఆలనైన్ (Phenyl Alanine) అన్న ఎమైనో ఆమ్లపు వినియోగము తగ్గిపోతుంది. దీని వినియోగ పథములో, అవరోధము ఆదిలోనే ఏర్పడటం మూలాన, ఈ ఎమైనో ఆమ్ల గాఢత రక్తంలో పెరిగి పోతుంది. ఇందువల్ల ఇతరవరకు ప్రాముఖ్యము పొందని కొన్ని క్రియా పథములు, అవధులు రూపొందుతాయి. ఫినైల్ ఆలనైన్ ఈ పథముల ద్వారా కొన్ని హానికరమగు జీవక్రియా ఉత్పన్నద్రవ్యాలుగా మార్పిడి చెంది, విపరీత దోషాలకు దారి తీస్తుంది. పుట్టేటప్పుడు బిడ్డ బాగున్నా ఆరు నెలలలోపల మేధాశక్తి లోపము బయట పడుతుంది. అడ్రినోజెనైట్ సిండ్రోమ్ (Adrenogenital Syndrome) అన్నది మరో దోషము. కార్టిసోల్ (Cortisol) సంయోజనా పథములో అవరోధము ఏర్పడి, కార్టిసోల్ గా సంయోజనం చెందవలసిన ఉత్పన్నద్రవ్యాలు మగతనపు హార్మోనులుగా సంశ్లేషణ చెందుతాయి. దీనివల్ల పుట్టిన బిడ్డ ఆడదైనా, బాహ్య లైంగికాంగములు మాత్రము మగతనము చూపుతాయి. బిడ్డ పెరిగిన కొద్దీ, ఈ మగలక్షణాలు వృద్ధి పొందుతాయి. చికిత్స చేయని పక్షంలో ఆడపిల్లని మగపిల్లాడిగా పెంచడం జరుగవచ్చు.

ఇలా పుట్టుకతో ప్రాప్తించే దోషాలు అనేకములున్నాయి. పైన వివరించినట్లు కొన్ని హానికరములగు అస్వస్థతలకు దారి తీస్తాయి. మరికొన్ని హానికరములు కాకపోవచ్చు. కొన్ని మగవారికి మాత్రం హాని చేకూర్చవచ్చు. కొన్ని శరీరనిర్మాణంలో లోటు కలిగిస్తే, మరికొన్ని జీవక్రియలలో లోటు కలిగిస్తాయి. అసలు ఈ లోటు తనకు తానుగా హాని కలిగించకపోవచ్చు. ఈ లోటు కారణంగా మరికొన్ని మార్పులు సంభవించడం, వీటి సమష్టి ప్రభావమే హానికి లేదా అస్వస్థతకు దారి తీయడం జరుగుతాయి.

అసలీ దోషాలు ఎలా సంభవిస్తాయన్న ప్రశ్నకు జవాబు పూర్తిగా ఇవ్వలేము. నిర్మాణ వ్యవస్థలో దోషాలు పిండాభివృద్ధిదశలలో, జరిగే సంఘటనలలో అంతరాయంవల్ల సాధారణంగా సంభవిస్తాయి. ఉదాహరణకు పై దవడలో మొర్రి ఉండడం స్వరూపావతరణ చలనాల (Morphogenetic Movements)లో అంతరాయంవల్ల; బదుకన్న ఎక్కువ వేళ్ళు ఉండడం కణజాలాల మధ్య జరిగే ప్రతి చర్యలలో అంతరాయమువల్లా; గుండెకర్ణికల మధ్యనున్న గోడలలో రంధ్రాలుండడం గోడ పెరుగుదలలో లోపము వల్లా, కలుగుతాయి. కోడి పిండములో పుచ్చఆద్యము షీజించడంవల్ల పొదిగిన పిల్లకు పుచ్చము లోపించడం జరుగుతుంది. ఇలా కాకుండా కణస్థాయిలో క్రోమోజోములలో కొన్ని రకాల అపసవ్య మార్పులు సంభవించిన ఫలితంగా ఈ దోషాలు కలుగవచ్చు. డౌన్స్ సిండ్రోమ్ అన్న దోషము ఇలా ప్రాప్తించేదే అని తెలిసింది. మానవుని కణంలో ఉండవలసిన 23 జతల క్రోమోజోములకు, అదనంగా 21వ జతకు చెందిన క్రోమోజోము ఒకటి ఉండటంవల్ల ఈ దోషము సంభవిస్తుంది. జన్యుస్థాయిలో మార్పు సంభవించుటచేత కూడా కొన్ని దోషాలు కలుగుతాయి. జీవక్రియా పథములోని అంతరాయ

లన్నీ ఇలా కలిగినవే. ఒక జన్యువులోని మార్పువల్ల దాని ఆధిక్యతలో సంశ్లేషణచెందే ఎంజైము అసలు సంశ్లేషణ చెందక పోవడంగానీ, సంశ్లేషణ చెందినా అపసవ్యంగా ఏర్పడటంగానీ జరుగుతుంది.

పిండాభివృద్ధిలో జరిగే సంఘటనలలో గానీ, క్రోమోజోములలోగానీ, జన్యువులలో గానీ మార్పు లేందుకు సంభవిస్తాయన్న ప్రశ్న ముఖ్యమైనది. పిండాభివృద్ధి దశలలోని సంఘటనలలో మార్పులు ఏకారణంగానైనా సంభవింపవచ్చు. క్రోమోజోములలోని మార్పుల వల్లగానీ, జన్యువులలోని మార్పుల వల్లగానీ, లేదా కణావరణలోని మార్పుల వల్లగానీ ఈ సంఘటనలు మార్పు చెందవచ్చు. జన్యుపదార్థంలోని ఒక మార్పు కలిగించే దోషాన్నే మరో రసాయనిక పదార్థము కలిగించ గలగడం దీనికి నిదర్శనము. ఉదాహరణకు కడుపుతో ఉన్న తల్లులు తలిదోమైడ్ (Thalidomide) అన్న నిద్ర మత్తుమందు వాడితే పుట్టి పిల్లలు ఫోకోమెలియా అన్న దోషానికి గురి అవుతారు. పరిశోధనశాలలో ఎలుకలు, కోళ్ళలో అనేక రసాయనిక పదార్థాలు వాడి, పుట్టుకతో వచ్చే దోషాలలో చాలవాటిని రూపొందించారు. ఉదాహరణకు ఎలుకలలో పై దవడ మొర్రినీ కార్బినాల్ ఉపయోగించి తెప్పించవచ్చు అలాగే గుండెలోని రెండు సగాలు కలుసుకోకుండా విడివిడిగా ఉండిపోవడం అన్న దోషాన్ని ఎతిలీన్ డై అమైన్ టెట్రా ఎసటిక్ ఆమ్లము (Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid) వాడి తెప్పించవచ్చు. తల్లి రక్తంలోని రసాయనిక పదార్థాలవల్ల గర్భములోని శిశువు దోషాలకు గురి కావచ్చు. ఉదాహరణకు తల్లి అతిమూత్రరోగి (Diabetic) అయితే శిశువు చాలా లోపాలకు గురి అవుతుంది. రేడియేషన్ (Radiation) వల్ల క్రోమోజోములలోను, జన్యుపదార్థాలలోను, మార్పులు సంభవిస్తాయి. ఉదాహరణకు మితిమీరిన మోతాదులో X-రేలువాడితే, గర్భమున

పెరుగుతున్న శిశువుకు హాని కలిగిస్తాయి. ముఖ్యంగా అంగాభివృద్ధి ఇంకా జరగనపుడు శిశువును వీటికి గురిచేస్తే మరీ ఎక్కువ హాని కలగటానికి అవకాశముంది. జపానులో హిరోషిమా, నాగసాకి పట్టణాలమీద అణుబాంబులు ప్రయోగించిన కారణంగా, దగ్గరలో ఆవుడు గర్భంలో ఉన్న తల్లుల పిల్లలు, గర్భంలో ఉండగానే పుట్టగానో లేదా కొద్దిగా పెరగగానో చాలవరకు చనిపోయారు. బ్రిటిన్ వారిలో చాలా మంది లఘు శిరస్సుతోను, మందబుద్ధితోను ఉన్నారు. ఇందు వల్ల ప్రస్తుతము జరిగే అజ్యాత్ర ప్రయోగాలు ఎక్కువవడంవల్లా, ఐసోటోపులు (Isotopes) వాడకము ఎక్కువైనందువల్లా, మానవజాతికే ముప్పు సంభవించడానికి అవకాశము బొత్తిగా లేదని చెప్పలేము. వైరస్సుం (Viruses) వల్ల కూడా శిశువుకు దోషాలు కలుగుతాయి. గర్భంతోపున్న తల్లికి రూబెల్లా వైరస్సు సంక్రమిస్తే గర్భంలోని శిశువుకు కళ్ళజబ్బు, చెముడు, పళ్ళజబ్బు, గుండెజబ్బు, యసీమియా ప్రాప్తిస్తాయి. జీవేగాక కాలేయము, ఎముకలు దెబ్బతింటాయి.

పుట్టకతో వచ్చే దోషాలను చాలవరకు నయం చేయడ మన్నది అరుదుగానే జరుగుతున్నది. చిన్న చిన్న అంగవైకల్యాల్లాంటి నేటి ప్లాస్టిక్ శస్త్రచికిత్స కొంత సహాయపడుతుంది. జీవక్రియ పథములలో లోటుపాటులుంటే వాటికి తగిన రసాయనిక పదార్థమును పూరకంగానో, విరుగుడుగానో ప్రయోగించి దోషాన్ని సవరించవచ్చు. సరిపడని పదార్థాలు తినడం మానివేసినా కొన్ని దోషాలు పోతాయి. అనువంశికంగా వచ్చే దోషాలను, వచ్చిన

తర్వాత తగ్గించుకొనే బదులు, రానీయకుండా తగు జాగ్రత్త పడటం ఎంతైన అవసరము. వివాహ సంబంధాలు కుదుర్చుకొనేముందు కాబోయే దంపతులను కొన్ని పరీక్షలకు లోనుజేసి పుట్టబోయే పిల్లలకు దోషాలేమైనా ప్రాప్తించడానికి అవకాశాలున్నవేమో తెలుసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకు గాలెక్టోసేమియా అన్న దోషము పిల్లలకు సంక్రమిస్తుందా లేదా అన్న విషయము, కాబోయే దంపతులనూ వారి దగ్గర చుట్టాలనూ గాలెక్టోసు చక్కెర తినిపించి, వారి రక్తంలో ఎంత కాలము అది వుంటుందో తెలుసుకొని, దానిని బట్టి కొంతవరకు అంచనావేసి తెలుసుకోవచ్చు. ఇలా కొన్ని పరీక్షలు ఈనాడు ఆమలులో ఉన్నాయి.

#### మనోవికాసానికి పఠనాధారాలు :

1. Genes. Enzymes and inherited diseases - by H. E. SUTTON, Rinehart and Winston, New York. 1966.
2. Developmental Genetics, -by F. J. GOTLIEB, Chapman and Hall Limited, London. 1966.
3. Congenital defects -by L. SAX-EN and J. RAPOLA, Holt, Rinehart and Winston, Newyork. 1969.
4. "Human Biochemical genetics" by H. HARRIS, Cambridge University Press. 1959.

# 97. వన్య మృగ సంరక్షణ

(Conservation of Wild Life)

వన్యమృగాలను సంరక్షించాలి అని చెప్పితే చాలా మంది ఆశ్చర్యపడతారు. ఇందుకు కారణము లేక పోలేదు సామాన్యంగా ప్రజల దృష్టిలో వన్యమృగాలందే క్రూరమృగాలు. క్రూరమృగాలకు మనము సంరక్షణ కల్పించడ మేమిటా అని వారు అనుకొంటారు. ఇది చాలా పొరపాటు. మానవుని నివాస స్థానాలలోకాక, మానవ నాగరికత తాకిడికి అత్యంత దూరంలో సహజ అటవీ ప్రకృతిలో నివసించే జీవులన్నీ వన్యమృగాలు. వీటికి మనము సంరక్షణ కల్పించాలి. పల్లెలు, పట్టణాలలో అనేక జంతువులు. మొక్కలు, మానవుని పెంపకంలో ఆతని సంరక్షణ పొందుతున్నాయి. అవి మానవుని జీవనానికి ఏదోవిధంగా తోడ్పడుతుండడమే దీనికి కారణము. సహజ ప్రకృతి సౌందర్యము కల ఆడవులలో, కొండలలో, కోనలలో, నదులలో, సముద్రాలలో నివసించే జీవులు తనకు పనికిరాక పోగా వాటివల్ల తనకు, తన పశుసంపదకు, తన పైర్లకు హాని జరుగుతుందని వాటిని మానవుడు నిర్లక్ష్యంగా తరతరాలుగా చంపుతూ వచ్చాడు. ఇందువల్ల, ఒకప్పుడు భరతఖండమంతా సంచరిస్తున్న ఏనుగులు, సింహాలు, ఖడ్గమృగాలు, పులులు ఇప్పుడు మారుమూలాలలో తాదామతున్నాయి. మన మిప్పుడు ఖడ్గమృగాన్ని దాని సహజ పరిసరాలలో చూడాలంటే ఆస్సాములోని కాజీరంగా వన్యశ్రయానికి వెళ్ళాలి. పట్టణాలలోని మృగశాలల (Zoo) లో ఉన్నవి అచ్చటి నుంచి తెచ్చుకొన్నవే. క్రిందటి శతాబ్దము మధ్యలో ఒకే ఒక వేటగాడు 300 సింహాను చంపినట్లు గొప్పగా పుస్తకంలో వ్రాసుకొన్నాడు. వీటిలో 50 దాకా ఢిల్లీ దరిదాపుల

లోనే చంపాడట! 65-70 సంవత్సరాల క్రితం ఉన్న 40 000 పులులలో ఈనాడు 4000 కూడా పున్నాయో లేదో అనుమానమే. రోడోనెస్సా కారియోఫిల్లేసియా (Rodonessa caryophyllacea) అన్న బాతు 4-5 శతాబ్దాల క్రితం ఉత్తర ప్రదేశ్, పశ్చిమ బెంగాల్, ఆస్సామ్, ఒరిస్సా రాష్ట్రాలలో తరచు కనిపించేది. ఇప్పుడది మచ్చుకైనా కనబడటం లేదు. మానవుని దారుణ హత్యాకాండకు ఇలా చాలా ఉదాహరణ లివ్వవచ్చు. ఇలా నిరాహుటంగా మానవుడు ఈ మూగ జీవులను చెండాడుతూ పోతే ఇంకో పాతికేళ్ళలో మనచుట్టూర కనబడేవి నెమళ్ళ బదులు కాకులు, ఏనుగుల బదులు ఎలుకలు, సింహాల బదులు నక్కలు మొదలగునవి. నెమలికి కాకికీ, ఏనుగుకూ ఎలుకకూ, సింహానికి నక్కకూ, మధ్యమన్న తేడాలను మనము గుర్తించ గలిగితే మనము మరో పాతికేళ్ళలో ఏమి పోగొట్టుకుంటామో ఊహించ వచ్చు. ఒకసారి పోగొట్టుకుంటే, ఇవి తిరిగి రానే రావన్న సత్యాన్ని గుర్తించితే మనము మరీ బాధ పడక తప్పదు సృష్టిలోని ప్రతి జీవి ఈనాడు ఇలా ఉందంటే, కొన్ని కోట్ల సంవత్సరాలుగా ప్రకృతిలో జరుగుతున్న జీవపరిణామమే కారణము. ఇలా మనకు ప్రాప్తించిన సింహాన్ని ఈనాడు మనము పోగొట్టుకుంటే ఇక ప్రపంచంలో సింహాన్ని మరల సృష్టించే శక్తి మనకు లేదు. మన తరువాతి తరాలవారు సింహాన్ని చూపించండి అంటే బొమ్మలలో తప్ప నిజం సింహాన్ని చూప లేము. మన పూర్వీకులు మనకు అందించినట్లే ఈ ప్రకృతిని దానిలోని జీవకోటితో సహా మన



తదుపరి తరాల వారికి మనము అందించడం మన బాధ్యత కదా? ఈ మూగజీవులు మానవుని మేధస్సుతో పోటీ పడలేక మారుమూలలలో దాగి జీవనం గడుపుతూ ఉంటే, ఆది కూడా వాటికి దుస్సాధ్యం చేయడానికి మానవునకు ఏమి హక్కు ఉంది? మానవుడు ఈ భూప్రపంచంలో ఉన్న జీవకోటిలో ఆత్యున్నత స్థానాన్ని ఆక్రమించిన కారణంగా తక్కిన జీవరాసు లన్నింటిని తన కుపయోగపడనంత మాత్రాన తుదముట్టించడం న్యాయమా? అట్లుగాక తన ఆండనిచ్చి, తన ఆధీనతలో వాటి మనుగడ సాగేటట్లు చూడడం న్యాయమా? ఈ ప్రశ్నలకు సమాధానము తరచి చూస్తే, మానవుడు తప్పక తనతప్పును గుర్తించి ఈ మూగజీవులకు రక్షణ కల్పించేందుకు అంగీకరిస్తాడు.

ఆ సలు జీవకోటిలో జీవరాసులన్నీ ఏదోవిధంగా కొద్దోగాపో మానవునికి ఉపయోగ పడేవే. ఉదాహరణకు అడవులను నరికి భూమిని వ్యవసాయానికి ఉపయోగిస్తున్నారు. మానవుల జనాభా పెరగడం వల్ల ఇలాచేయడం న్యాయమనే అనిపించవచ్చు. అడవులను నరికినందువల్ల దానిలోని జీవరాసులకు అండలేకుండా చేస్తున్నాము. వాటికి తీరని అన్యాయము చేయడమే కాకుండా మనము ముప్పుగొని తెచ్చు కొంటున్నాము. అడవులను నరికివేయడం వలన వానలు పడటం దెబ్బతింటుంది. భూమిలో నీటి సంపద తగ్గుతుంది. వానలు పడ్డ వెంటనే భూసారమంతా కొట్టుకొని పోయి సముద్రంలో కలుస్తుంది. వాతావరణంలో ఆక్సిజన్ వాయువు తగ్గుతుంది. ఆకులు అలమలు నేంమీద పడి కుళ్ళి భూసారాన్ని ఎక్కువదేసే అవకాశం పోతుంది. మానులు నేలకూలి కొన్ని శతాబ్దాల తర్వాత భూమిలో బొగ్గుగనులుగా రూపొందే అవకాశం పోతుంది. అడవులు కే ద్వేయడం వలన శాకాహార జంతువులు - దుప్పలు కుందేళ్ళు మొదలగునవి-

తగ్గి మాంసాహారులకు తిండి కొరత ఏర్పడుతుంది. కనుక ఇదంతా ఆలోచిస్తే అడవులు నరకదండవల్ల ప్రస్తుతం కొంత లాభం కనిపించినా కాలక్రమమున తనకుతానే తీరని అన్యాయం మానవుడు చేసు కొంటున్నాడేమోనని భయము వేస్తుంది. పక్షులను అనవసరంగా చంపివేయడంవల్ల వాటికి ఎరగావున్న కీచికాల సంఖ్య పెరిగి మన పంటలకు తీరని నష్టం కలుగుతుంది. పాములను విచక్షణ లేకుండా చంపడంవల్ల ఎలుకల సంఖ్య పెరిగిపోవడం, అవి అపార ధాన్య నష్టాన్ని కలిగించడం మనము చూస్తూనే ఉన్నాము.

కౌడిల్బ్యూని అర్థశాస్త్రంలోనే వన్యశ్రయాల ప్రసక్తి ఉన్నది. అప్పటికే ప్రకృతి సంరక్షణ యొక్క అవసరం గుర్తించారు. పశ్చిమ ఖండాలో 1915 సంవత్సరం నుంచే తగు జాగ్రత్తలు తీసుకొంటూ వచ్చారు. మన దేవుళ్ళకు, దేవతలకూ, వాహనాలు సింహాలు, నెమళ్లు, నంది అయి వుండి కూడా మనము చాలా కాలము కళ్లు తెరవలేదు. 1952 సం॥ నవంబరు నెలలో మన ప్రభుత్వము, ప్రకృతి సంరక్షణార్థమై ఒక సలహా సంఘాన్ని స్థాపించినది. 1961-62 సంవత్సరములో ఇందు లకై అంతర్జాతీయనిధి ఉపకారంతో కొచ్చింది. అప్పటికే అంతర్జాతీయ సంఘం కూడా వెలిసింది. ఎన్ని సంఘాలున్నా, ఎన్ని నిధులున్నా, ఎంత మంది ప్రభుత్వోద్యోగులున్నా, ఎన్ని చట్టాలు చేసినా, ఎన్ని నిబంధనలు పెట్టినా ప్రజలు ఉత్సాహంగా తోడ్పడితేగాని ఈ సంరక్షణపథకాలు నెరవేరవు.

ప్రజలు ఎలా తోడ్పడాలి అంటే వారు తమ చుట్టూ ఉన్న ప్రకృతి అంతా తమదే అనుకోవాలి. పైకొచ్చిన దేశాలలో 88 $\frac{1}{3}$ % నేం అడవులతో నిండి వుంటే, మన దేశంలో 18% నేల మాత్రమే అడవి ప్రాంతంగా ఉంది. కనుక మనము వన మహోత్సవమునాడు మాత్రము మొక్కలను నాటి మరచి పోతే చాందు. ఆవన్నీ ఎదిగేటట్లు చూచే బాధ్యత

గాక అంతకు ముందు అక్కడ పెరుగుచున్న వృక్షజాతులు నాశనమౌతాయి.

మన దేశం ముఖ్యంగా ఉష్ణమండలమే. అయినను కొంత భాగము సమశీతోష్ణ మండల వాతావరణాన్ని కలిగి ఉంది. అచటవాతావరణాన్ని చర్చిగాను అర్థముగాను ఉంచడానికి అడవులు తోడ్పడుతున్నాయి. ఇలాగే శీతల ప్రాంతంలోని అడవులలోని వాతావరణస్థితి ఇతర ప్రాంతములో కంటే ఎక్కువ వెచ్చగా ఉంటుంది. ఇతర ప్రాంతాల కంటే అడవులలో పొగ మంచు తక్కువగా పడుతుంది. ఈ విధంగా అడవులు అమితోష్ణమును, అమిత శైత్యమును కూడా తగ్గించి, సమశీతోష్ణస్థితి సాధింప కలుగుచున్నవి. ఇది వ్యవసాయమునకు చాల ఉపయోగకరమైన పరిస్థితి, అంతేగాక అడవులు గాలివేగాన్ని నిరోధిస్తాయి.

అడవులవల్ల పరోక్ష ప్రయోజనాలేకాక ప్రత్యక్ష ప్రయోజనాలు కూడా మానవునికి కలుగుతున్నాయి. అడవులలో ఉండే వృక్షజాతులెన్నో మానవుని ఆనందమయ జీవితానికి, దైనందిన కార్యక్రమములు నెరవేర్చుకోడానికి కారణభూతములు.

మన అడవులనుండి గృహనిర్మాణానికి ఉపయుక్తమగు కలప, రైలుపట్టాల క్రిందకు పనికివచ్చు అడ్డదూలములు, వివిధములైన కర్రసామాగ్రి, కొయ్యతో చేయబడు వ్యవసాయ పరికరములు, బొమ్మలు, ఆటవస్తువులు తయారు చేయుటకు తగిన నానారకముల కర్రగల మొక్కలు, తృణజాతులు, వెదురు రకములు, అగ్గి పుల్లలకు, సామానులు, రవాణా చేయుటకు తగిన తేలిక రకపు పెద్దెలు తయారు చేయుటకు. పడవ నిర్మాణమునకు కావలసిన కర్రరకములు మనకు విస్తారముగా దొరుకుతాయి. ప్రస్తుతము, ఎంతెంత విరివిగాను, ఎంతెంత మొత్తములో దొరుకునో అంచనాలు లేవు. కనుక దీర్ఘకాల ప్రణాళికా పూర్వకముగ నైననూ మన అడవుల పెంపకమునకు, అభివృద్ధికి

కృషిచేయుట మన బాధ్యతై ఉన్నది. అంతే కాకుండా అడవులలో నుండే రంగు పదార్థములను, తోలు పరిశ్రమలో ఉపయుక్తములగు చెట్టు బెరడులను ఇచ్చే వృక్షజాతులను, బొవడ పరిశ్రమలో పనికివచ్చు సర్పగంధి, ముషిణీ, సప్తపర్ణి, సుగంధి, అద్దసరము, మొదలగు మొక్కలను షీజించకుండా అరికట్ట వలసి ఉంది.

అంతే కాకుండా కొన్ని అడవులలో పెరిగే మొక్కల జాతులు, నదులకు ఆనకట్టలు కట్టడంవల్ల నీటిలో పూర్తిగా మునిగిపోయి అదృశ్యమై పోతున్నాయి. వృక్షశాస్త్రం పాఠ్యభాగంగా తీసుకొన్న విద్యార్థులు విచక్షణ లేకుండా కనుపించిన అసాధారణమైన మొక్కలను సేకరించి వారి హెర్బెరియాల్లో పెట్టుకొంటున్నారు. ఉదాహరణకు దక్షిణ ఇండియాలో ఉన్న ఎంతో మంది కళాశాల విద్యార్థులు ప్రతి సంవత్సరము రామేశ్వరం, మండపం, ఇంకా పరిసర ద్వీపాలకు విజ్ఞాన యాత్రకు వెళ్ళి కావలసినా, అక్కరలేక పోయినా అక్కడ దొరికే సముద్రపు శైవలాలను సేకరించడంవల్ల పదేళ్ళ క్రితం అరిగ్యంగా అత్యధిక సంఖ్యలో పెరిగే మొక్కలు ప్రస్తుతం షీజించి అక్కడక్కడ మాత్రమే కానవస్తున్నాయి.

ఇప్పటివరకు వివిధ రకాలలో ఏ ఏ మొక్కలు షీజించాయి, లేక షీజిత పొందే స్థితిలో ఉన్నాయనే అంచనాలేదు. కనుక బొటానికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా వారు ఈ విషయంలో శ్రద్ధ వహించి, పరిశోధన సాగించి, షీజితపొందే స్థితిలో ఉండే మొక్కలను, అభివృద్ధి పరచు దీర్ఘకాలిక ప్రణాళికలను రూపొందించ వలసి ఉంటుంది, 1952 నవంబరు నెలలో మన ప్రభుత్వము ప్రకృతి సంపద సంరక్షణ కోసం నియమించిన సలహా సంఘమువారు ముఖ్యంగా వన్యమృగ పరిరక్షణ గురించి తీసుకోవలసిన చర్యల గురించి సలహాలను మాత్రమే ఇచ్చారు. ప్రకృతిసంపదలో ముఖ్య

మనదే. నెమలిని మన జాతీయ పక్షిగా, సింహాన్ని మన జాతీయ జంతువుగా ప్రకటిస్తే చాలదు. వాటిని కాపాడుకోవాలి. కొన్ని జంతువులకు రక్షణ అవసరమని ఒప్పుకొని “కొన్ని ప్రదేశాలను” వన్యశ్రయాలగా ప్రకటించడం చాలదు. కడుపుతో ఉన్న జంతువులను చంపరాదనీ, విషప్రయోగం చేయరాదనీ, అవసరానికి మించిన జంతువులను చంపరాదనీ, అడవులకు నిప్పంటించరాదనీ నిబంధనలు పెట్టి, వాటిని ఉల్లంఘించిన వారిని నేరస్తులుగా శిక్షించాలి. పురుగుకోసం పునుగుపిల్లులను చంపడం, ఈ కలకోసం నెమళ్ళను చంపడం, చర్మం కోసం మొసళ్ళను చంపడం మొదలగు, వానిని కొన్ని పరిస్థితులలో నేరములుగా ప్రకటించాలి. వన్యశ్రయాలను తగుచోటులలో ఎన్నుకోవాలి. వన్యశ్రయములోని జంతువులకు అచట అన్ని వసతులు లభించుచున్నవో లేదో కనుగొనాలి. అచటి వాతావరణ పరిస్థితులు, నీరు, నీటి వసతులు, జబ్బులు, మొక్కలు, తక్కిన జంతువులు మొదలగు వానిని పరిశీలిస్తేగాని ఆ వన్యశ్రయం మృగాలకు సరిపోతుందో లేదో తేలదు. ఒదితేలితే గాని అచట వదలిన మృగాలు మనుగడ సాగించివాటి సంఖ్యను ఆభివృద్ధి చేసుకోగలవో లేవో చెప్పలేము. ఇలా పరిశీలించకుండా ఆ వన్యశ్రయం లోనికి అచట లేని మృగాలనో, పక్షులనో పట్టి తెచ్చి వదిలితే వాటి భవిష్యత్తు మన చేతులలో ఉండదు. అవి అసలు ఆ ప్రదేశంలో నిలదొక్కుకోలేక మరింత త్వరలో అంతరించవచ్చు. కనుక ఆ ప్రదేశాల పరిశీలనగానీ ఆ తరువాత వదలిన, మృగాల క్షేమ సమాచార సేకరణగానీ అచటి ప్రజలు సహకరిస్తేగాని సవ్యంగా జరగదు.

వన్యమృగ సంరక్షణ అంటే వాటిని విచ్చలవిడిగా వదలేయడం కాదు. జంతువులనుగాని మొక్కలనుగాని మనము సంరక్షించినంత మాత్రాన వాటిని చంపకూడదన్న నియమములేదు. వాటి

సంఖ్య మితిమీరినపుడు, వాటి సంఖ్యాబలము వలన మనకు నష్టము వాటిల్లినపుడు వాటిలో కొన్నింటిని చంపి వాటి సంఖ్యను అదుపులోకి తెచ్చుకోవాలి. ఇలాగే మొక్కల విషయములో కూడా నియమప్రకారము ఉంచుకోవలసినంతే ఉంచి తక్కినది తీసివేయాలి. ఇలా క్రమబద్ధంగా మనతోడి జీవరాసులను వృక్షసంపదను ఉంచుకోవడాన్ని వన్యజీవి యాజమాన్యము (Wild life management) అంటారు. దీని నవలంబించుట వల్ల, మన వన్యసంపదను నాశనం చేసుకోవడంవల్ల కలిగే నష్టాలు, కష్టాలు తప్పదమేకాక, లాభాలు, సుఖాలు రాబట్టుకోవచ్చు. ఆహార కొరత ఏర్పడిన ఈ రోజులలో నేలనుదున్ని ఎంత ఎరువులు వేసి పండించినా, పండిన ధాన్యము పెరుగుతున్న జనాభాకు సరిపోదు. సముద్రాలలోను నదులలోను, చెరువులలోను ఉండే చేపలనూ, అడవులలోని కుండేళ్ళనూ దుప్పలనూ, ఆడవి పందులనూ పట్టలనూ సర్వనాశనము చేయకుండా, వాటి సంఖ్యనభివృద్ధిచేసి పీలయినంతమేరకు వీటినుండి లభ్యమయ్యే మాంసాహారాన్ని ధాన్యానికి తోడుగాచేర్చాలి. ఇలా వన్యజీవి యాజమాన్యాన్ని అవలంబించిననాడు ఎన్నో లాభాలు పొందవచ్చు.

మన దేశంలో క్రింద పేర్కొన్న జీవులకు సంరక్షణ కల్పించాల్సిన పరిస్థితులు ఏర్పడ్డాయి.

1. Indian Lion-భారతదేశపు సింహము
2. Tiger-పెద్దపులి
3. White tiger-తెల్లపులి
4. Cheetah or Hunting leopard-చిరుతపులి
5. Clouded leopard-మచ్చల చిరుత
6. Snow leopard or ounce-తెల్లచిరుత
7. Caracal-శశకర్ణము
8. Spotted Linsang or Tiger-civet-పెద్ద పునుగు పిల్లి.

9. Golden cat-పచ్చపిల్లి
10. Marbled cat-చలవపిల్లి
11. Rusty spotted cat-మచ్చంపిల్లి
12. Golden Langoor-పచ్చలాంగూరి
13. Lesser Panda-చిన్న పండా
14. Swamp deer or Barasingha-బారాసింగా
15. Brow - antlered deer-కొమ్ముదుప్పి
16. Four-horned antelope (Chausingha) చౌసింగా
17. Black buck - నల్లదుప్పి
18. Indian gazelle (Chinkara) చింకారా
19. Kashmir stag (Hangul)-హంగూల్
20. Muck deer-కస్తూరిమృగం
21. One horned Rhinoceros-ఒంటికొమ్ము ఖడ్గమృగము
22. Indian elephant-భారతదేశపు ఏనుగు
23. Wild buffalo-కారెనుము
24. Pigmy hog-చిరుతపంది
25. Markhor-మార్క్ హార్
26. Shapu or urial-షాపు
27. Wild ass-అడవి గాడిద
28. Takin-గవాజు
29. Crocodile-మొసలి
30. Indian python-కొండచిలువ
31. Indian pangolin-వల్లజల్ప
32. Great Indian bustard-సారంగము
33. White-winged wood-duck-అడవిబాతు
34. Pink-headed duck-ఎర్రబాతు

35. Peacock-నెమలి
36. Tragopans-పుష్పజీవక
37. Butter-flies-సీతాకోక చిలుకలు

### మనోవికాసానికి పఠనాధారాలు

1. 'Preserve Wild-life - Nature's price-less gift to India'- Designed and produced by the Directorate of Advertising and visual Publicity, Ministry of Information and Broadcasting, for the Directorate of Public Relations, Ministry of Agriculture, Government of India. July, 1971.

2. "Proceedings of the meetings of the Indian Board for Wild-life", Ministry of Food and Agriculture, Department of Agriculture, Government of India.

3. "Forests and Forestry"-by K. P. SAGREIYA, National Book Trust, India. 1971.

4 "The Wild life of India"-by E.P. GEE. Collins, London. 1965.

5. "The Twilight of India's wild life" by BALAKRISHANA SESHADRI, Oxford University Press, Bombay.

"International Wild-life Encyclopedia"- Edited by M. BURTON and R. BURTON; New Caxton Library service Limited, London. 1969.

# 98. భారతదేశమున వృక్ష సంపద - సంరక్షణ

(Preservation of Rare Plants in India)

వృక్షసంపద అపారముగాగల దేశాలలో భారత దేశము ఒకటి. మొక్కల జాతుల వైవిధ్యంలో నేమి, సంఖ్యలో నేమి, ఇండియా ఉపఖండము మిగిలిన ఉపఖండాలతో కూడా సరిసమానంగా తూగుతుంది. ప్రకృతి శోభను పరిపూర్ణించుటలో మొక్కలు అత్యంత ప్రధానమైనవి. వాటి ఆర్థిక ప్రాముఖ్యమును, ప్రత్యక్షంగానేమి, పరోక్షంగా నేమి వాటివలన మన దేశప్రజలు పొందుచున్న ప్రయోజనములను విస్మరించరాదు.

మానవులును జంతువులును వాని నిత్యావసరాలకు మొక్కలపై ఆధారపడి ఉండురు. ముఖ్యముగా మానవుని జీవితము పూర్తిగా మొక్కలపైన ఆధార పడి ఉంది. తిండికి, బట్టకు, ఆవాసానికి ఆతనికి మొక్కలు కావలసి వస్తాయి. మానవుని వైద్యానికి కూడా మొక్కలు చాలా అవసరము. మన దేశము నుండి కలప, నార, ఓషధులు, గింజలు మొదలైనవి ఎన్నో విదేశాలకు ఎగుమతి చేయడం వలన ఎంతో విదేశీ మారక ద్రవ్యము సమ కూరుతూ ఉంది.

మన దేశంలో ఒకప్పుడు అడవులు, మనదేశ వైశాల్యంలో 30-35 శాతము వరకు ఉండి సర్వాంగ సౌష్ఠ్యవంగా ఉండేవి. అధిక భాగంలో ప్రజలు వ్యవసాయానికి అలవాటుపడి, పల్లెలలోను, పట్టణాలలోను స్థిరనివాసం ఏర్పరచుకోవడం మొదలు పెట్టిన దగ్గర నుండి అటవీ విధ్వంసన కాండ ఆరంభమయింది. అందుచేతనే మానవుల మనస్సులలో వ్యవసాయము, అడవులు పరస్పర విరుద్ధములను దురభిప్రాయము గాఢంగా నాటుకు పోయింది. మానవుడు తన వ్యవసాయంతో,

శాస్త్రవిజ్ఞానంతో సాంకేతిక పరికరాలతో గనులలో, కర్మాగారాలలో, భూగర్భంలోనూ, పైనా లభ్య మయ్యే ప్రకృతి సంపదల విషయంలో దురాశా పూరితమైన స్వాయత్తికరణ విధానంతో యుగ యుగాలగా కృషిచేసి, ప్రపంచంలో ఉండిన ప్రకృతి సిద్ధమైన సమస్థితిని భంగపరచడానికి తనకు తెలిసో, తెలియకో ప్రయత్నించినాడు. బుద్ధి సూక్ష్మతతో పాటు వివేకం కూడా మానవునికి ఉన్నట్లయితే, అడవులు మానవునికి అత్యంత లాభదాయకములని బోధపడి ఉండేది (చూ. వన్య మృగ సంరక్షణ) అడవులను నరికి వేయడంవల్లను, నిప్పు పెట్టడం వల్లను వృక్షోపజీవులు నాశన మౌతాయి. రోజురోజుకు అడవుల శాతం తగ్గి పోవడంవల్ల అలాపెరిగే వృక్షోపజీవి జాతులు ఎన్ని కనబడకుండా తగ్గిపోయాయో తేల్చడం కష్టం.

చెట్లవేళ్ళ వలన, క్రిమికీటకాదుల ప్రవృత్తి వలన అడవిలో నేల వదులు వదులుగా ఉండి చాలా లోతువరకు గుల్లబారి ఉంటుంది. అందుచేత వర్షపునీరు ఆ నేలలో ఇంకిపోయి చాలా మీటర్ల లోతునకు దిగుతుంది. ఆ దిగిన నీరు ప్రవాహాలుగా వెలసి కొండకింద ఉండే చరియలలో నీటి బుగ్గల రూపంలో బయల్పడుతుంది. అడవులలో నేల వదులుగా ఉండడంవల్లను, సేంద్రియ పదార్థాలు ఎక్కువగా ఉండడంవల్లను, అడవుల్లో చెట్ల క్రింది భాగంలో అనేక ఓషధుల నిచ్చే మొక్కలు, శీలీంధ్రాలు పెరుగుతాయి. అంతేకాకుండా కొండలలో అడవులను నరికి వేయడం వలన సేంద్రియ పదార్థాలు కొండవాలు ద్వారా కొట్టుకొనిపోయి అక్కడ వృక్షజాతి పెరుగుటకు అవకాశం అంతరించడమే

గాక అంతకు ముందు ఆక్కడ పెరుగుచున్న వృక్షజాతులు నాశనమౌతాయి.

మన దేశం ముఖ్యంగా ఉష్ణమండలమే. అయినను కొంత భాగము సమశీతోష్ణ మండల వాతావరణాన్ని కలిగి ఉంది. అచటవాతావరణాన్ని చర్చిగాను అర్థముగాను ఉంచడానికి అడవులు తోడ్పడుతున్నాయి. ఇలాగే శీతల ప్రాంతంలోని అడవులలోని వాతావరణస్థితి ఇతర ప్రాంతములో కంటే ఎక్కువ వెచ్చగా ఉంటుంది. ఇతర ప్రాంతాల కంటే అడవులలో పొగ మంచు తక్కువగా పడుతుంది. ఈ విధంగా అడవులు అమితోష్ణమును, అమిత శైత్యమును కూడా తగ్గించి, సమశీతోష్ణస్థితి సాధింప కలుగుచున్నవి. ఇది వ్యవసాయమునకు చాల ఉపయోగకరమైన పరిస్థితి, అంతేగాక అడవులు గాలిమేగాన్ని నిరోధిస్తాయి.

అడవులవల్ల పరోక్ష ప్రయోజనాలేకాక ప్రత్యక్ష ప్రయోజనాలు కూడా మానవునికి కలుగుతున్నాయి. అడవులలో ఉండే వృక్షజాతులెన్నో మానవుని ఆనందమయ జీవితానికి, దైనందిన కార్యక్రమములు నెరవేర్చుకోడానికి కారణభూతములు.

మన అడవులనుండి గృహనిర్మాణానికి ఉపయుక్తమగు కంప, రైలుపట్టాల క్రిందకు పనికివచ్చు అద్దదూలములు, వివిధములైన కర్రసామాగ్రి, కొయ్యతో చేయబడు వ్యవసాయ పరికరములు, బొమ్మలు, ఆటవస్తువులు తయారు చేయుటకు తగిన నానారకముల కర్రగల మొక్కలు, తృణజాతులు, వెదురు రకములు, అగ్గి పుల్లలకు, సామానులు, రవాణా చేయుటకు తగిన తేలిక రకపు పెద్దెలు తయారు చేయుటకు. పడవ నిర్మాణమునకు కావలసిన కర్రరకములు మనకు విస్తారముగా దొరుకుతాయి. ప్రస్తుతము, ఎంతెంత విరివిగాను, ఎంతెంత మొత్తములో దొరుకునో అంచనాలు లేవు. కనుక దీర్ఘకాల ప్రణాళికా పూర్వకముగ నైననూ మన అడవుల పెంపకమునకు, అభివృద్ధికి

కృషిచేయుట మన బాధ్యతై ఉన్నది. అంతే కాకుండా అడవులలో నుండే రంగు పదార్థములను, తోలు పరిశ్రమలో ఉపయుక్తములగు చెట్టు బెరడులను ఇచ్చే వృక్షజాతులును, ఔషధ పరిశ్రమలో పనికివచ్చు సర్పగంధి, ముషిణీ, సప్తపత్తి, సుగంధి, అద్దసరము, మొదలగు మొక్కలను షీజించుకుండ అరికట్ట వలసి ఉంది.

అంతే కాకుండా కొన్ని అడవులలో పెరిగే మొక్కల జాతులు, నదులకు అనకట్టలు కట్టడంవల్ల నీటిలో పూర్తిగా మునిగిపోయి అదృశ్యమై పోతున్నాయి. వృక్షశాస్త్రం పాఠ్యభాగంగా తీసుకొన్న విద్యార్థులు విచక్షణ లేకుండా కనుపించిన అసాధారణమైన మొక్కలను సేకరించి వారి హెర్బెరియాల్లో పెట్టుకొంటున్నారు. ఉదాహరణకు దక్షిణ ఇండియాలో ఉన్న ఎంతో మంది కళాళాలా విద్యార్థులు ప్రతి సంవత్సరము రామేశ్వరం, మండపం, ఇంకా పరిసర ద్వీపాలకు విజ్ఞానయాత్రకు వెళ్ళి కావలసినా, ఆక్కరలేక పోయినా ఆక్కడ దొరికే సముద్రపు శైవలాలను సేకరించడంవల్ల పడేళ్ళ క్రితం ఆరోగ్యంగా అత్యధిక సంఖ్యలో పెరిగే మొక్కలు ప్రస్తుతం షీజించి ఆక్కడక్కడ మాత్రమే కానవస్తున్నాయి.

ఇప్పటివరకు వివిధ రకాలలో ఏ ఏ మొక్కలు షీజించాయి, లేక షీజిత పొందే స్థితిలో ఉన్నాయనే అంచనాలేదు. కనుక బోటానికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా వారు ఈ విషయంలో శ్రద్ధ వహించి, పరిశోధన సాగించి, షీజితపొందే స్థితిలో ఉండే మొక్కలను, అభివృద్ధి పరచు దీర్ఘకాలిక ప్రణాళికలను రూపొందించ వలసి ఉంటుంది. 1952 నవంబరు నెలలో మన ప్రభుత్వము ప్రకృతి సంపద సంరక్షణ కోసం నియమించిన సలహా సంఘమువారు ముఖ్యంగా వన్యమృగ పరిరక్షణ గురించి తీసుకోవలసిన చర్యల గురించి సలహాలను మాత్రమే ఇచ్చారు. ప్రకృతిసంపదలో ముఖ్య

భాగమైన మొక్కల విషయంలో ఇప్పటి వరకు మన ప్రభుత్వము ఖచ్చితమైన శాసనాలు చేసినట్లు కనుపించదు.

కనుక ప్రభుత్వమువారు క్షీణత పొందుతున్న మొక్కల విషయంలో సమగ్రమైన సర్వేక్షణ జరిపి ఏ యే మొక్కలు ఏ యే స్థితిలో ఉన్నాయో అంచనాలు జరిపి తగుశ్రద్ధ వహించవలెను.

## FURTHER READING

1. Puri, G.S. (1987). Indian Forest Ecology. Oxford Book Stationery Co. New Delhi.
2. Sagreiya, K.P. (1971). Forests and Forestry, National Book Trust, India.

డా. పి. మల్లికార్జునస్వామి.

# 99. రో ద సి జీ వ శా స్త్ర ము

(Space Biology)

ఆధునిక శాస్త్రవిజ్ఞాన సాంకేతిక యుగంలో మానవుల కృషి ఎన్ని ఘన విజయాలను సాధించి నప్పటికీ, జీవరాసులు తమ జీవితాన్ని భూమి మీదనేగాక, ఎంతవరకు యితర గ్రహాల మీద, (అంతరిక్షము లేదా రోదసిలోను) కొనసాగింప వచ్చునన్న విషయము ప్రస్తుతకాలంలో జీవశాస్త్ర విజ్ఞాన ప్రగతికి దారితీస్తుంది. మొదట మనకు వివిధ గోళాలు జీవరహిత ప్రదేశాలుగా అవగతమైనప్పటికి నిజానికి వీటిమీద కొన్ని బిలియనుల సంవత్సరాలకు పూర్వము జీవులు నివసించివున్నట్లే ఒపారిన్ (Oparin) సిద్ధాంతము రీత్యా వ్యక్తమవుతుంది. ఆధునిక సాంకేతిక వైజ్ఞానిక పరిజ్ఞానమును ఆధారముగా తీసుకొని భూమిమీద వృద్ధిచెందే జీవుల నిత్యావసరాలను అవగాహన చేసుకుని యితర గ్రహాల మీద అవి రాణింప గలవా లేదా అన్న విషయాన్ని ఊహించవచ్చు. ఈవిధమైన అధ్యయనానికి తోడ్పడే శాస్త్రాన్ని అంతరిక్షపు జీవశాస్త్రము అనిగాని, లేదా రోదసి జీవశాస్త్ర (Space Biology) మని గాని అంటారు.

ప్రకృతిలో మనము అనేక జీవ సముదాయాలను గమనిస్తూ ఉంటాము. ఈ జీవులన్నీ ఆ ప్రదేశపు భౌతిక, రసాయన, వాతావరణ, ఖగోళపు, పరిస్థితులను బట్టి ఉంటాయి. ఏదైనా ఒక ప్రదేశంలో జీవ సముదాయాన్ని గమనిస్తే ఒక విషయం విశదమవుతుంది. మొదట జీవులు వాయురహిత వాతావరణములో వృద్ధినింది పిమ్మట పరిణామ, ఆవరణల మూలంగా వాయురహిత పరిస్థితులలో పరంపరగా ఉద్భవిస్తూ వచ్చాయి. కావున జీవుల నిర్మాణ దశనుండి ఒకే రకమైన జీవసముదాయాలు ఉండక పోవడం జరుగుతుంది. కాలానుగుణంగా పరిస్థితులు మార్పు చెందటంతో ఆ ప్రదేశపు పరిస్థితులకు జీవులు లోబడి నిరంతరము మార్పులను చూపగల్గుచున్నాయి. కొన్ని జీవులు పూర్తిగా అంతరిస్తాయి. దీనికి కారణము పరిసరాల భౌతిక తత్వం నిలకడగా ఉండక పోవడమే. సాధారణంగా జీవులకూ భౌతికశక్తులకూ మధ్య నిరంతరము జరిగే సన్యోగ చర్యలే అనుక్రమాల తీరును

నిర్ణయిస్తూ జీవ సముదాయాల అనుక్రమాన్ని నిర్వహిస్తాయి.

సాధారణ పరిస్థితులలో మాదిరే రోదసి యాత్ర సాగించేటప్పుడు కూడ జరిగే జీవావరణ అనుక్రమాల తీరును ఈపించవచ్చు. ఆ ప్రదేశాలలోని జీవ సముదాయాలు, సేంద్రియ పదార్థ నిర్మాణ వ్యవస్థ, జీవావరణంలోని శక్తి బదిలీలు, సామాన్య సరళ పరిస్థితి నుండి క్లిష్ట పరిస్థితికి క్రమంగా మార్పు చెందునపుడు, జీవులు పరిసరాలలో చరమ దశను సమీపించే కొద్దీ క్రమక్రమంగా అదృశ్యమై పోతూఉంటాయి. ఈవిధంగా జీవరాసులు భూగ్రహం మీదనేగాక యితర గ్రహాలమీద కూడా లభ్యపడే అవకాశంఉన్నా దీనికి తగిన సంపూర్ణ ఆధారాలులేవు. ఆయితే జీవరాసులు భాష్యంలో ఉండవని చెప్పేందుకు కూడ బలవత్తరమైన ఆధారాలు లేవు. భూమిపైగాక యితర గ్రహాల మీద ఉష్ణోగ్రత, తదితర భౌతిక పరిస్థితులు చరమ స్థితిలోనూ, మరలత పాచ్చస్థాయిలోనూ, ఉన్నప్పటికీ జీవరాసులు (బాక్టీరియములు, వైరస్లు, లైకెన్లు) అచ్చటి పరిస్థితులకు అనుగుణంగా సహనాన్నిపొంది ఉంటాయని భావించారు. ఇతర గ్రహాల మీద ఎంత మాత్రము ఆక్సిజన్ లభించదు. కాబట్టి వృక్షసంపద గానీ, ఆక్సిజన్ మీద ఆధారపడి తీవించే జీవాలుగానే లభ్యపడే అవకాశము ఎంత మాత్రము లేదని విశద మవుతుంది. భాష్య జీవ శాస్త్రంలో ప్రగతిని సాధించేందుకు ప్రస్తుతకాలంలో గగనయానములు సల్పి ఉపగ్రహాల మీద, లభ్యపడే జీవరాసులను, ఆ పరిసరాలను ఫోటోలు తీసి అధ్యయనం సాగించుచున్నారు. పరారుణ స్పెక్ట్రా స్కోపిక్ పరిశోధనా కార్యక్రమంద్వారా కుజగ్రహమందలి దట్టమైన భాగము కర్పనపు పదార్థమని భావించి, పిమ్మట అచ్చటి పరిసరాలు ఆమ్మోనియా వాయువుతో నిండి ఉండుటచేత, గతములో వృష

సంపద ఆ గ్రహముపై అవాసాన్ని ఏర్పరచుకొని తద్వారా ఈ జీవసంబంధమైన వాయువును ఉదృఢ వింప చేసినట్లు ఆభిప్రాయాన్ని వ్యక్తం చేశారు.

ఒపారిన్ సిద్ధాంతము రీత్యా, కుజ<sup>1</sup>, గురు<sup>2</sup> గ్రహాలలో కూడ, భూగ్రహము మీదవలెనే, అచ్చటి క్షయకరణపు వాతావరణములో, నిర్జీవ మణికలునూ, వికీకరణంచే ప్రేరేపించబడ్డ సంకీర్ణ కర్పనపు బృహద్దణువులనూ సంయోగమొంది స్వచ్ఛంద ఉత్పత్తి మూలంగా జీవులు ఉద్భవించడానికి దారి తీసినట్లు తెలుస్తుంది.

విజ్ఞానశాస్త్రపు మౌలిక సిద్ధాంతములు ఈనాటి సాంకేతిక విజ్ఞానప్రగతికి దోహదములై, అంతరిక్షనౌకలను కక్ష్యలోనికి పంపుటకు అవకాశాలను కల్పించినవి, రోదసిలో జీవరసాయనికాల కలయిక వల్లనే జీవరాసులు ఉద్భవించినట్లుగా గ్రహించాము. గ్రహాలపై జీవులు అవాసాన్ని ఏర్పరచుకొని జయప్రదంగా నివసించి ప్రస్తుత కాలానికి అదృశ్యమై పోవటానికి గల కారణాలను తెలిసికొనవలసిన అవసర మెంతైనా ఉంది.

జీవి మనుగడ సాగిందాలంటే దానికి అనువగు పరిసరాలు కావాలి. కాని క్రియాత్మకమైన జీవితాన్ని సాగింపగల్గిన నాడే జీవిగా రాణింప గల్గుతుంది. కాబట్టి మనము యితర గ్రహాలమీద జీవులు నివసించి ఉన్నట్లుగా తెలుసుకొన్నప్పుడు అవి ఏ విధమైన వాతావరణంలో మనుగడను పొందాయో, అవగాహన చేసుకోవాలి. రోదసి నౌకలను కుజ, గురు గ్రహాలకుపంపి, అచ్చటి కొన్నివిషయాలను తెలుసుకోగల్గాము. కుజ గ్రహపు వాతావరణము ఆక్సిజన్ రహితంగా ఉండి, అధిక పరిమాణంలో కార్బన్ డయాక్సైడ్ను కల్గి ఉంటుంది. భౌతిక వాతావరణమువల్ల ఆక్కడక్కడ నీటి మడుగులు ఉన్నట్లుగాను, మేఘాలు ఏర్పడి ఉన్నట్లు

1. కుజుడు = అంగారకుడు = Mars.

2. గురుడు = Jupiter.



గానూ, మరికొన్ని యితర దృగ్విషయాలను తెలిస్కోపుల ద్వారా గమనింప గల్గుచున్నాము. కాని కుజ గ్రహములో వాస్తవానికి నీరు స్వల్పముగా ఉండి, సూర్యవికిరణము నుండి వ్యాప్తినొందే సీల లోహితపు కాంతిని శోషింప చేసుకొని రాత్రి వేళల పరారుణ వికరణ శక్తిని కోల్పోవుటను గమనింప వచ్చు. గ్రహపు సిస్కాంతి దశలో ఉష్టోగ్రతలో కూడ తగినంత మార్పును గమనించవచ్చు. వేసవికాలంలో సాధారణంగా పగటిపూట నేలమీది ఉష్టోగ్రత కంటే కూడ గ్రహపు ఉష్టోగ్రత,  $20^{\circ}$ — $30^{\circ}$  అధికంగా ఉంటుందని, ఇట్టి ప్రాంతములో కూడ జీవులు తమ మనుగడను సాగించాయని తెలుసుకోగలిగితిమి. ఈ గ్రహముపై వృద్ధినిందే జీవులు దాదాపు భూమిమీద భుజ్య పరిస్థితులలో వృద్ధినిందే సమదాయంను, వాటి శరీరదర్మ శాస్త్రాన్ని పోలి ఉంటాయని అర్థమవుతుంది. ఉష్టోగ్రత ప్రతిబలాన్ని గమనించినట్లైతే కుజగ్రహము మీద ఉన్న జీవరాసులు అల్పమైన ఉష్టోగ్రతకు కూడ ఆనుకూలతను పొంది జీవించ కలుతాయి. కుజ వాతావరణం ఆక్సిజన్ రహితంగా ఉండుటచే జీవులకు ఆక్సికరణ, క్షయ కరణ, వ్యవస్థల అవసరము ఎంతైనా ఉంది.

భూమిమీద కుజ వాతావరణాన్ని పోలిన పరిస్థితిని కృత్రిమంగా కల్పింపజేసి ఎంటర్ రై మొక్కలను పెంచ గల్గారు. పగటి ఉష్టోగ్రత  $25^{\circ}$  C, రాత్రి ఉష్టోగ్రత  $20^{\circ}$  C ఉండేలాగున ఆక్సిజన్ రహితంగాను, కార్బన్ డైయాక్సైడ్, నత్రజనుల పీడనము 16. మి. మి. బార్లు ఉండే విధంగా నూ కల్పించారు. బాష్పపీడనము —  $80^{\circ}$  ఉండులాగున స్థాపింప చేశారు. ఎంటర్ రై విత్తనాలు ఈ పరిస్థితులలో మొలకెత్తి కొద్దిరోజుల పాటు వృద్ధిబొంది తుదకు శిశింధ్రాలచే వ్యాధిగ్రస్తములై అంతరించాయి.

నేగల్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు నిర్వహించిన అద్భుత పరిశోధనల వల్ల ఆక్సిజన్ లేక పోయినా ఘనీభ

వింపజేసే ఉష్టోగ్రతయందుకూడ మొక్కలు వృద్ధి చెందగలవని మనకు విశదమయింది. ఉల్లి గింజలను ఆమ్లనియా వాయువు అధికంగా ఉన్న వాతావరణంలో మొలకెత్తినచేసి వాటి వృద్ధినికూడ గమనించారు. ఇప్పటివరకు తెలియని ఒక నూతనవర్గపు శిశింధ్రము ఆమ్లనియా వాయువు యానకములో బాగావృద్ధినింది అక్కడ పెరిగే మొక్కలను వ్యాధిగ్రస్తములను గావించింది. కుజగ్రహములో నీరు స్వల్పముగా ఉండుటచేత జీవులు పరిసర వాతావరణమునుండి నీటిని శోషించుకొని తమలో నిల్వ చేసుకోగల్గిన శక్తిని కలిగి ఉన్నట్లైతే అవి జయప్రదంగా ఆ వాతావరణమునకు అనుకూలత నొంది జీవితాన్ని కొన సాగించ గలవు. భూమిమీద భుజ్యపరిస్థితులకు లోబడి వృద్ధిచెందే మొక్కలునూ యితర జీవులనూ, కుజగ్రహములో ప్రాప్తించే అతిసీల లోహిత కాంతిలో కూడ బాగా జీవిస్తాయి.

బాహ్య జీవశాస్త్ర సాయంతో రాబోవు కాలంలో కుజ, గురు గ్రహాలపై జీవులు ఆవాసాన్ని ఏర్పరచుకొనే మార్గాన్ని పరిశీలించుచున్నారంటే ఏమంత అతిశయోక్తిగాదు, ఎలక్ట్రానిక్, జీవ రసాయనిక, వృక్ష శరీరదర్మ శాస్త్రవేత్తల ప్రయత్నాల ఫలితంగా భూమండలముపైనే గాక, యితర గ్రహాల మీద జీవ వ్యవస్థలు స్థిరపడజేసే విధానాన్ని అవగాహన చేసుకోవడం జరుగుతున్నది. ఈ అడు సక విజ్ఞానంవల్ల ప్రజలకు కొంత మేలు జరుగ వచ్చునన్న ఆశకు ఆనాశం కలదు.

వివిధ గ్రహాల కక్ష్యలలోనికి ఉపగ్రహాలను పంపి శాస్త్రీయ పరిశోధనల జరిపి, వివిధ విషయాలను తెలుసుకోవడం, అంతరిక్ష వైజ్ఞానిక రంగంలో ప్రగతిని సాధించడం, మన విజ్ఞానాన్ని భూమండలానికి పరిమితం చేయకుండా యితర గ్రహాలకు కూడ వ్యాప్తి నొందించడం మన భవిష్యత్తుకు ఆశను కల్పిస్తుంది.

# VII

## జన్య శాస్త్రము

(GENETICS)

### 100. పరిచయము

ప్రాణికోటిలో వంశపారంపర్యంగా సంక్రమించే గుణాలను, వ్యత్యాసాలను సహేతుకంగాను శాస్త్రబద్ధంగాను విపులీకరించే శాస్త్రము జన్య శాస్త్రము. తల్లిదండ్రులనుంచి వారి సంతతికి సంక్రమించే లక్షణాలను అనువంశిక లక్షణాలంటారు. లక్షణాలు అంటే బాహ్యంగా కనిపించే కన్ను ముక్కుతీరు, శరీరచాయ, వొడ్డు పొడుగే కాకుండా అంతర్గతంగా వుండే తెలివితేటలు, నేర్పు మొదలైనవికూడా యీ కోవలోనికి చేరుతాయి. అంతేకాకుండా ఒక మనిషి చేతులు ముడుచుకొనే వైఖరి, వేళ్ళు అడించే రీతి, నాలుకను వివిధ రకాలుగా మడత పెట్టడం (పటం-1) మొదలైన వాటికి కూడా అనువంశికతే కారణము. ఒక్కొక్కసారి తల్లిదండ్రులలోని లక్షణాలకు భిన్నమైన లక్షణాలు వారి సంతతికి సంప్రాప్తించడంకూడా జరుగుతుంది, ఉదాహరణకు గోధుమరంగు కళ్ళున్న శిశువు గోధుమరంగు (పిల్లి) కళ్ళున్న తల్లిదండ్రులకే కాక, నల్ల కళ్ళున్న తల్లిదండ్రులకుకూడా పుట్టవచ్చు. దీనికి కారణం ఏమంటే తల్లిదండ్రులనుంచి వారి సంతతికి సంక్రమించే క్రోమోజోమ్లలోని జన్యవుల క్రొత్త సంయోజనము (Combination) వల్లగానీ, లేక వాటిలో కలిగిన ఇతర మార్పుల

వలనగానీ, యీ లక్షణాలలో వ్యత్యాసాలు సంభవిస్తాయి. పునరుత్పత్తి విధానము (Reproductive process) ద్వారా యీ అనువంశికత కొనసాగుతుంది. అంటే పులికడుపున పులులు, పిల్లికడుపున పిల్లలే కాని ఇతరమైన జంతువులు పుట్టవు తల్లిదండ్రుల సంయోగబీజాల (Gametes) నుంచి నిర్దిష్టమైన భౌతిక పదార్థాలు వాటి సంతతికి సంక్రమించడమే దీనికి కారణము. ఇలా ఒక జాతిలోని విశిష్ట లక్షణాలను నిరంతరంగా పదిల పరచడంతో అనువంశికత ప్రధానపాత్ర వహిస్తూ వుంది.

అనేక కారణాల వలన మానవుల్లో అనువంశికతను గూర్చి పరిశోధనలు చెయ్యడము కష్ట సాధ్యము. బూజు (Mold), సూక్ష్మజీవులు, కీటకములు, మొక్కలు, జంతువులు మొదలైనవాటిపైన జరిపిన పరిశోధనలు, అనువంశికత పనిచేసే విధానాన్ని బహిర్గతం చెయ్యడంలో ఎంతగానో తోడ్పడినాయి. ఈ పరిశోధనలే మానవ జన్య శాస్త్ర ఆధ్యయనానికీ, భవిష్యత్పరిశోధనలకూ వెలుగుబాటను చూపినవి.

ఒక కుటుంబములోని సభ్యులలో పోలికలు ఒకటిగా వున్నప్పటికీ వారందరు ఒకేవిధంగా ప్రవర్తించక పోవచ్చు. ఒక కుటుంబంలో కొందరు

సభ్యులు ఉన్నత ప్రమాణాలను నెలకొల్పగా, కొందరు అలా చేయలేరు. ఆ విధంగానే మరి కొందరు తమ కుటుంబంలోని పెద్దలు సంపాదించిన చెడ్డపేరును అధిగమించ లేకపోతుంటారు. అనేక కుటుంబాలలో సభ్యులు తరతరాలుగా ఒకే వ్యాధితో మరణించిన సంఘటనలు ఉన్నవి. అలాగే కుటుంబములో తరతరాలుగా వచ్చే వ్యాధినుంచి ఒక తరంలో విముక్తి పొందినవారు కూడా వున్నారు. ఈ విధంగా మానవ కుటుంబాలలో వంశపారంపర్యంగా సంక్రమించే లక్షణాలలో వున్న పోలికలకూ, భేదాలకూ గల కారణము యీ ఆనువంశికతే. ఆనువంశికతకు, మార్పులకు వ్రక్కతి సూత్రములే (Natural laws) కారణమని మొక్కలమీదను, జంతువుల మీదను జరిపిన పరిశోధనలు సూచిస్తున్నాయి. ఈ మౌలిక సూత్రాలను గురించి జరిపిన పరిశోధనలు ఆదిలో వలనంతములు కాకపోయినప్పటికీ యీ శతాబ్దారంభంలో అందులకు తగిన శాస్త్రీయవిజ్ఞానానికి పురాదులు ఏర్పరచబడినాయి. జంతువులలోను, మొక్కలలోను, శాస్త్రీయపద్ధతులను (Scientific methods) పటిష్ఠవంతంగా అనువర్తింపజేయడం (Application) ద్వారా, వాటి ఫలితాల నుండి సముపార్జించిన విజ్ఞాన సముదాయాన్ని క్రోడీకరించడంతో జన్యుశాస్త్రమనే ప్రత్యేక శాస్త్రము రూపుదాల్పింది.

ప్రాణులకు సంబంధించిన శాస్త్రము గనుక దీనిని జీవశాస్త్రములో ఒకముఖ్య విభాగంగా పరిగణిస్తారు. జీవకణాల ప్రవర్తన-ముఖ్యంగా సూక్ష్మజీవకణాలు (Germ cells) ఒక జీవిని పునరుత్పత్తిచేసే శక్తి-జన్యు సంబంధమైన యంత్రాంగంతో సన్నిహిత సంబంధం కలిగి వుంటుంది. అంటే సంయోగజీవాల (Gametes) కలయికద్వారా ఒక జీవి ఏర్పడి వృద్ధి చెందడంవరకు జరిగే ప్రక్రియ యీ జన్యు సంబంధమైన యంత్రాంగం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. తండ్రినుంచి అతని సంతతికి సంక్ర

మించే ఆనువంశిక లక్షణాలన్నీ శుక్రకణము (Sperm) లో నిక్షిప్తమై వుంటాయి. అలాగే తల్లిలోని లక్షణాలు అండము (Egg) లో విలీనమై వుంటాయి. తల్లిదండ్రులనుంచి సంతతికి సంక్రమించే జన్యుపదార్థము అతి స్వల్ప ప్రమాణంలో వుంటుంది. ఇంతటి స్వల్ప ప్రమాణంలో వున్న జన్యు పదార్థము (Genetic material) ఏ యంత్రాంగముచేత చైతన్యవంతమై ప్రాణి పెరుగుదలకూ, దానికి సంబంధించిన లక్షణాలు ప్రాప్తించడానికి కారణభూత మవుతుంది! ఆనేదాన్ని తెలుసుకోవడం ఆసక్తిదాయకమైన విషయము.

### ఆనువంశికత పరిసరాలు:

మొక్కలలోను, జంతువులలోను జన్యు సంబంధమైనట్టియు, పరిసరాలకు సంబంధించి నట్టియు మార్పులు కనబడుతూ వుంటాయి. కనుక ఆ మార్పులకు కారణం తెలుసుకోవడము ఎంతో అవసరము. ఒక ప్రాణికి కలిగిన లక్షణాలు ఆనువంశికమైనవా లేక పరిసరాల ప్రభావంతో సిద్ధించినవా అను అంశమీద గతంలో ఎన్నో భిన్నాభిప్రాయాలు వుండేవి. ఒక ప్రాణియొక్క లక్షణాలకు ఆనువంశికత, పరిసరాలు రెండూ సమానబాధ్యత వహిస్తాయని నేడు విదితమైంది. ప్రతి లక్షణం మీద యీ రెండింటి ముద్ర తప్పకుండా వుండి తీరుతుంది. లక్షణాలకు ముఖ్యకారణం ఆనువంశికతకాగా, అవి బాగా వృద్ధిపొంది, శక్తివంతంగా రూపురేఖలు దాల్చడానికి పరిస్థితుల ప్రభావంతో దృఢుతుంది. ఆనువంశికంగా వచ్చే వ్యాధులు కూడా పరిసరాల ప్రభావంతో రూపుమానిపోవడం జరగవచ్చు. ఆనువంశిక వ్యాధి చిహ్నాలకూ, పరిసరాలకు వున్న సంబంధాన్ని గూర్చిన అవగాహన ఎక్కువైన కొరిది, ఈనాడు అనేక వ్యాధులను నిర్మూలించడానికి అవకాశం ఏర్పడుతున్నది. ఇన్సులిన్, పెన్సిలిన్, విటమిన్ B<sub>12</sub> మొదలైనవి

పరిశోధించబడి వుపయోగించబడుతున్న కారణంగా ఆనువంశికంగా వచ్చే ఆవాంఛనీయములైన అనేక వ్యాధులు నివారించబడుతున్న విషయం మనకు తెలిసినదే. ఒకేరకమైన జన్యువులు (genes) విభిన్నమైన పరిసరాల మూలంగా వివిధ రకాలుగా ఫలితాలను కలిగిస్తూ వుంటాయి. కనుక మార్పు చెందిన జన్యువులు గానీ లేక మార్పుచేయబడిన పరిసరాలుగానీ జన్యువుయొక్క చర్య ఫలితంగా ఏర్పడే తుదిరూపమీద తమ ప్రభావాన్ని చూపిస్తుంటాయి. ఒక నిర్దిష్ట లక్షణం విషయంలో ఆనువంశికతయు పరిసరాలును ఏది ఎంతెంత మేరకు తన ప్రభావాన్ని చూపిస్తుందో గ్రహించడమన్నది మానవ జన్యు శాస్త్రజ్ఞులకు ఒక గట్టు సమస్య.

### జన్యుశాస్త్ర పరిశోధనా పద్ధతులు-సామగ్రి

ఆనువంశికతా వ్యత్యాసాల యంత్రాంగాన్ని తెలుసుకోవడమే జన్యు పరిశోధనలోని ముఖ్యోద్దేశము. ప్రయోగాత్మకమైన ప్రజననము సూటి మార్గమైనప్పటికీ, అన్ని ప్రాణులలో యీ పద్ధతి సాధ్యపడక పోయినప్పటికీ, విస్తృతంగా యీ పద్ధతే ఆచరింపబడుతున్నది. ప్రజనన పద్ధతి మానవులలో ఆచరణయోగ్యం కానందువలన యితరమార్గాలు అంటే కవలబిడ్డలను, వంశచరిత్రలను పరిశీలించడము, గణాంక పద్ధతులను ఉపయోగించడం మొదలైనవి అవలంబింప బడినాయి. మనుష్యులపట్ల పరిమితంగాను, జంతువుల, మొక్కల పట్ల విస్తృతంగాను, కణమువైనా దాని భాగాలవైనా కణ శాస్త్రీయ పరిశోధనలు సాగించడం మరొక పద్ధతి. జన్యుశాస్త్రపు జీవరసాయనిక, జీవ భౌతిక రంగాలలో ఎంతో ప్రగతి సాధించబడిన కారణంగా జన్యువు అంటే ఏమిటి, దాని చర్య ఏవిధంగా వుంటుంది అనే విషయాలను విపులంగా తెలుసుకోవడం జరిగింది.

జన్యుశాస్త్ర పరిశోధకుడికి తన పరిశోధనలో సౌలభ్యానికై యీ దిగువ నాలుగు అంశాలు అను

కూలంగా వుండే ప్రాణిని ఎంచుకోవడం జరుగుతుంది: 1. తక్కువ జీవితచరిత్రది, 2. అధిక సంతతి నిచ్చేది, 3. ఎక్కువ స్పష్టమైన వైవిధ్యాలుండే రకం, 4. వాటిని ఒకచోట నిలువ చెయ్యడానికి వీలుగా వుండేది.

ఓక్ (Oak) వృక్షాలు, ఏనుగులు మున్నగు వాటిలో ఆనువంశిక లక్షణాలను పరిశీలించడానికి పూనుకొంటే పరిశోధన కష్టసాధ్యమౌతుంది. ఎందుకంటే వాటిలో ఒకతరానికి ఇంకొకతరానికి మధ్య కాలం చాలా సంవత్సరాలుంటుంది. అదీగాక అవి ఉత్పత్తి చేసే సంతతి కూడా ఒకటి లేక రెండు కంటే మించి వుండదు. తక్కువ జీవిత చరిత్ర వున్న చిట్టెలుకలను ఎంచుకొంటే, అవి రెండన్నర నెలలకాలంలో వేరొక తరాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తాయి. కావున తక్కువ జీవితచరిత్ర కలిగి ఎక్కువ సంతతిని ఉత్పత్తి చేసేవాటిని పరిశోధనకు ఎంచుకోవడం ఎంతో అభిలషణీయము. ఆందుచేతనే ఎక్కువగా చిట్టెలుకలను, ఎలుకలను, కీటకాలను, బూజులను, సూక్ష్మజీవులను జన్యుపరిశోధనలో విరివిగా వాడుతూవుంటారు. డ్రోసోఫిలా (ఫ్రూట్ ఫ్లై) అనే ఈగ యీ పరిశోధనకు ప్రపంచ మంతటా విస్తృతంగా వాడబడుతూ వుంది. జన్యువుచర్యను ఆధ్యయనం చేయడానికి నిలువ వుంచిన రొద్దెకు పట్టే బూజు ఎంతో అనుకూలమైనదిగాను, ప్రయోజనకారిగాను పరిగణింపబడి వుపయోగింపబడుతూ వుంది.

### జన్యుశాస్త్రము - చరిత్ర

జన్యుశాస్త్రము 20వ శతాబ్దంలో వెలుగులోనికి వచ్చినప్పటికీ ఆనువంశికతను గూర్చి అస్పష్టమైన పూహలు అతిప్రాచీన కాలం నుంచీ వున్నట్లు రుజువులున్నాయి. 1900సంలో గ్రెగర్ మెండెల్ బయలుపరచిన పరిశోధనలతో జన్యుశాస్త్రానికి మౌలికమైన పునాదులు ఏర్పరచబడ్డాయి.

6000 సం.ల క్రిందట బాబిలోనియనులు రాతి పరికరాల మీద వగసగా అనేక తరాలకు చెందిన సురాల బొమ్మలను చెక్కినారు; ఇది మంచి రకాలను తయారు చేసికోవడానికి వారు చేసిన కృషిని సూచిస్తున్నది. ఖర్జూరంలో కృత్రిమ పరపరాగ సంపర్కమును అవలంబించినట్లు కూడా వారి చెక్కడములు తెలియ జేస్తున్నాయి. క్రీ. పూ. చైనీయులు పరితో కొత్తరకాలను సృష్టించినట్లు తెలుస్తున్నది. ప్రాచీనకాలంలో సంకరపద్ధతిద్వారా మొక్కలలోను పెంపుడు జంతువులలోను అనేకమైన క్రొత్తజాతులను ఉత్పత్తి చేసుకొని ఉపయోగములలోనికి తెచ్చుకొన్నట్లు ఎన్నో చారిత్రక ఆధారాలున్నాయి. వీటి వల్ల మనకు తెలిసేదేమిటంటే మన ప్రాచీనులకు ఈనాటి జన్యుశాస్త్ర పరిజ్ఞానము లేనప్పటికీ, వారికి తెలియకుండానే అనువంశిక సూత్రాలను కొంత మేరకు వారు ఉపయోగించుకొన్నట్లు స్పష్టమవుతున్నది.

గతంలో హిపోక్రేటీస్. ఆరిస్టాటిల్, తదితర గ్రీకు తత్వ వేత్తలు కొన్ని పరిశీలనలను ఊహగా నాలను చేసి కొన్ని జన్యుసూత్రాలను సూచించినారు. వీటిలో నిజాలు అస్పష్టంగా వుండటమేగాక సత్యదూరాలు వున్నాయి. గ్రీకులు అసాధారణమైన "ప్రైబ్రిడ్ సంకరజాతులను" గుఱించి కొన్ని కథలను ప్రచారంలోని తెచ్చినారు. ఒంటె చిరుతపులి కలయిక వలన జిరాఫీ వుట్టేదనీ, ఒంటె-ఊర పిచ్చుక సంయోగము వలన నిప్పుకోడి జన్మించేదనీ, అకాసియా (acacia) చెట్టు-తాటిచెట్టు సంపర్కంతో ఆరటి చెట్టు వుత్పత్తి అయిందనీ ఈ విధంగా ఎన్నో కథలు ప్రచారంలో వుండేవి. ఈ కట్టుకథలు ఊహల ఆధారంతో నిల్చినందు వలన జన్యు శాస్త్రానికి కావలసిన సమాచారాన్ని ఏమాత్రం యివ్వలేకపోయినవి.

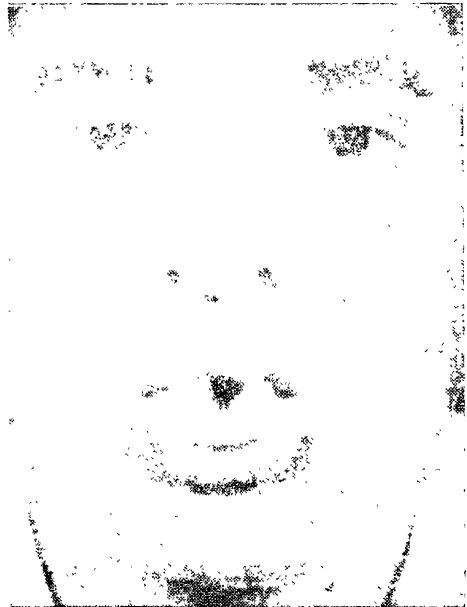
### జంతువులలో లైంగిక పునరుత్పత్తి

17 వ శతాబ్దం ఉత్తరార్ధంలో సూక్ష్మదర్శిని పరిశీలన వాడుకలోనికి రావడంతో శాస్త్రీయరంగం చైతన్యవంతమై, లైంగిక పునరుత్పత్తికి సంబంధించిన అనేక సత్యాలను కనుగొనటానికి ఎక్కువ అవకాశం ఏర్పడింది. క్షీరదాలలో శుక్రకణాలు, అండములు పరిశీలించబడడానికి చాలా సంవత్సరాల ముందు "విలియమ్ హార్వే" (William Harvey) (1578-1657) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు అన్ని జంతువులు, అండమునుండి ఏర్పడతాయనీ, యీ వ్యవస్థలో ఇంద్రియము వాటికి కావలసిన శక్తిని యిస్తుందనీ పూహించాడు. ఆ తరువాత జంతువులలో పునరుత్పత్తి విధానంలోని సత్యాలను కనుగొనుటకు ముగ్గురు డచ్చి శాస్త్రజ్ఞులు కృషిచేశారు. వారిలో మొదటి వాడైన రెగ్నియర్-డె-గ్రాఫ్ (Regnier De Graaf 1641-1673) క్షీరదముల సంతతి, తల్లిదండ్రుల యిరువురిలోని లక్షణాలను కలిగి వుంటుందని గమనించాడు. దాని వలన తల్లి, తండ్రి ఇద్దరు అనువంశిక లక్షణాలను సంక్రమింపజేస్తారని వెల్లడించాడు. సూక్ష్మదర్శిని పరికరాన్ని తయారుచేసిన డచ్చి శాస్త్రజ్ఞుడు "ఎంటన్ వాన్ ల్యూవెన్ హోక్" (Anton Van Leeuwenhoek 1677లో, సూక్ష్మదర్శినితో, మానవునిలోని, ఇతర జంతువులలోని శుక్రకణాలను పరిశీలించాడు. కప్ప, చేపలలో శుక్రకణము అండముతో సంయోగము చెందే విధానము గమనించి, శుక్రకణం పిండానికి జీవం పోస్తుందనీ, పిండము పెరగటానికి కావలసిన ఆవరణను, పోషక పదార్థాన్ని అండము యిస్తుందనీ వివరించాడు.

రెండేళ్ళ తర్వాత జాన్ స్వామ్మెర్డామ్ (Jan Swammerdam) సూక్ష్మదర్శిని సహాయంతో పురుగులమీద కొన్ని పరుశోధనలు సాగించాడు పర్యవసానంగా పూర్వరూపధారణని ధృతము

(Preformation theory) ప్రతిపాదించాడు. శుక్ర కణములోగానీ, అండములోగానీ, శిశివు సూక్ష్మరూపంలో ముందే ఏర్పడి వుంటుందని, శరీరభాగాలన్నీ అభివృద్ధి చెందడమే పిండము పెరగడమనీ ఆ సిద్ధాంత సారాంశము. శుక్ర కణంలో సూక్ష్మరూపంలో వున్న మానవాకృతిని తాము చూడగలిగినట్లు కూడా ఆకాలంనాటి శాస్త్రజ్ఞులు చెప్పారు. జేసీవాశాస్త్రజ్ఞుడైన చార్లెస్ బోనేట్ (Charles Bonnet) కొంత మార్పుతో యీ సిద్ధాంతాన్ని అంగీకరించగా ఫ్రెంచి శాస్త్రజ్ఞుడైన, మాపెర్ టూయిస్ యీ సిద్ధాంతాన్ని కొట్టివేసి వ్యక్తుల ఆనువంశిక లక్షణాలు, పరిసరాల సంబంధంతో అర్జించిన గుణాలవల్ల ఏర్పడతాయని గ్రీకు తత్వ వేత్తలు విశ్వసించిరి. ఫ్రెంచి శాస్త్రజ్ఞుడైన జీన్ బాప్టిస్టెమార్క్- యీ అర్జిత గుణాల ఆనువంశిక సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు. ఒకజీవి రూపం అవయవస్థానికము, అలవాట్లు, తదితర

లక్షణాలు, దాని పూర్వీకుల అలవాట్లు, జీవిత విధానం, నివసించిన పరిస్థితులు-అనువానివలన నిర్ణయింపబడతాయి. ఒక అవయవము అజీవి దానిని ఉపయోగించడము లేదా ఉపయోగించక పోవటం పై ఆధారపడి, అది వుండటమో లేక షీణించటమో జరిగి, ఆ అర్జితలక్షణము ఆనువంశికత ద్వారా దాని సంతతికి సంక్రమిస్తుంది. ఉదాహరణకు చీకటి మాయమై, తోతైన, గుంటలలో నివసించే చేపకు కళ్లు కనిపించవు. చాలాకాలం అవి కళ్ళను నిరుపయోగంగా వుంచటమే దీనికి కారణం. జిరాఫీలు ఆహారం కోసం ఎత్తైన చెట్ల ఆకులను అందుకోవడం అలవాటు గనుక వాటికి పొడుగాటి మెడలు ఏర్పడి వంశపారపర్యంగా వాటి సంతతికి సంక్రమిస్తున్నాయి. వాతావరణము, భౌగోళిక పరిస్థితులు, ఆహార అవసరాలు, జంతువులలో కొత్త అవయవాలు ఏర్పడడానికి కొన్ని విలుప్తం (Extinct) చెందడానికి కారణభూతాలు, ఈ



లక్షణాలు జన్యు పదార్థములో కూర్చబడి వంశ పారంపర్యంగా సంక్రమిస్తున్నాయి. అయితే లెమార్క్ సిద్ధాంతాలకు సాక్ష్యాధారాలు లేనందున వీటిని ఆ తరువాత శాస్త్రజ్ఞులు ఆమోదించలేదు.

19వ శతాబ్దంలో చివరి భాగంలో జర్మనీ శాస్త్రజ్ఞుడు ఆగస్టు వీస్మన్ (1834-1914) జీవద్రవ్య సిద్ధాంతాన్ని (Germplasm theory) ప్రతిపాదించినాడు. దీని ప్రకారం జంతు పులలో పునరుత్పత్తి దేహద్రవ్యం వలన గాకుండ ఒకతరం నుంచి వేరొక తరానికి నిరామూలంగా ప్రసరించే జీవద్రవ్యం మూలంగానే జరుగుతుందనీ, అందుచేత తలిదండ్రులలోని లక్షణాలు బీజద్రవ్యం గుండా వాటి సంతతికి సంక్రమిస్తాయనీ విశదీకరించినాడు.

దార్విన్, అనువంశికతకు పాన్ జనిసిస్ (Pangeneis) సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించినాడు. దీనిప్రకారం శరీరంలోని ప్రతికణము అతి సూక్ష్మములైన అనువంశిక జీవకణాలు (Gemmules) అనబడే తమ ప్రతిరూపాలను తయారుచేసి రక్త ప్రవాహంలోకి వదులుతాయి. అవి బీజకోశంలోనికి చేరి అక్కడ

వివిధావయవముల నుండి వచ్చిన జీవకణాలతో కలయిక చెంది సంయోగబీజముగా రూపొందుతాయి. ఇది ఒక క్రొత్తజీవిని యిచ్చినపుడు వివిధ జీవనకణాలు అదే రకమైన అవయవాలను కణజాలాలను, కణాలను, ఉత్పత్తి చేస్తాయి. ఈ విధంగా ఒక బిడ్డ తలిదండ్రుల లక్షణాలను వంశపారంపర్యంగా పొందుతుంది.

తోట బలాణిల మీద ఆహార్యమైన ప్రయోగాలు చేసి విప్లవాత్మకమైన పరిశోధనలను లోకానికి వెల్లడించి, జన్యుశాస్త్రానికి పటిష్ఠమైన పునాదులు వేసిన జన్యుశాస్త్ర పితామహుడు గ్రెగర్ మెండెల్ (1822-1884) వృక్షజాతి సాంకర్యముపై అనేక ప్రయోగాలు చేసి అనువంశిక సూత్రాలను కనిపెట్టి ఒక ప్రాణి లక్షణాలు వంశపారంపర్యంగా ఎలా సంక్రమిస్తాయి అనేదాన్ని ప్రప్రథమంగా విపులీకరించినాడు. ఈ విధంగా మెండెల్ జన్యు శాస్త్రజ్ఞులకు మార్గదర్శకుడైనాడు. ఇతని పరిశోధనల గురించి తరువాతి అధ్యాయంలో విశదీకరించబడింది.

డా॥ పి. పార్థసందనరెడ్డి  
ఆచార్య ఓ. ఎల్. రెడ్డి.

## 101. మెండెల్ సూత్రాలు

మెండెల్ జీవిత సంగ్రహం (1822-1884.)

జెకోస్టోవేకియా దేశంలోని మొరావియాలో 1822 సం.లో మెండెల్ జన్మించాడు. చిన్నతనం నుండి ప్రాణుల పట్ల ప్రత్యేకాభిమానం చూపుతూ పూదోటలు, పండ్లతోటలలో ఎక్కువగా కాలం గడిపేవాడు. అతని తండ్రి మొక్కలు, పండ్లతోటలు పెంచడంలో ఎక్కువ శ్రద్ధాసక్తులు

చూపడంవల్ల అతను కూడా ఆ విషయంలో ఆసక్తి కనబరచేవాడు. మెండెల్ విద్యాభ్యాసం తన పూరిలోనే సాగించాడు. కాని కుటుంబ పోషణభారం మోయవలసి రావడంతో ఆల్ట్రెబ్రన్ ఆశ్రమము (Monastery) లో మతబోధకుడుగా చేరినాడు. కొంతకాలం తర్వాత వియన్నా విశ్వవిద్యాలయంలో

ప్రకృతిశాస్త్రము, గణితశాస్త్రము అధ్యయనము చేసి, తిరిగి వచ్చి ఉపాధ్యాయవృత్తిని చేపట్టినాడు. ఆ సమయంలోనే సుప్రసిద్ధములగు పరిశోధనలను బలాణీపై చేసినాడు. ఏడు సంవత్సరాల తర్వాత తన పరిశోధనా ఫలితాలను బ్రెన్ ప్రకృతి చరిత్ర సంఘ సమావేశములో (1865) ప్రకటించినాడు. కాని ఆ పరిశోధనల ప్రాముఖ్యమును ఆతని సమ కాలికులెవ్వరూ గుర్తించ లేకపోయారు. అదే సమయంలో డార్విన్ ప్రకటించిన "జాతుల ఉత్పత్తి" (Origin of Species) సిద్ధాంతము, అత్యంత ఉన్నత స్థితిలో వుండి ప్రపంచ వ్యాప్తంగా ఆదరించబడటంతో మెండెల్ కు గుర్తింపు కొర వడింది. అయితే మెండెల్ మాత్రము తన జీవిత పర్యంతము పరిశోధనలు సాగిస్తూనే తన పరిశోధనల విశిష్టతను ప్రపంచము గుర్తించకమునుపే 1884 లో మరణించాడు. 1900 సం॥లో అంటే, మెండెల్ పరిశోధనలు ప్రకటింపబడిన 34 సంవత్సరాల అనంతరం, డీప్రిస్, కోరెన్స్, షార్మార్క్, అనే ముగ్గురు శాస్త్రజ్ఞుల పునఃపరిశోధనల ఫలితంగా, మెండెల్ పరిశోధనల ప్రాముఖ్యము వెలుగులోనికి తేలబడింది. ఆ పరిశోధనలే ఈనాడు "మెండెల్ సూత్రాలు"గా పిలువ బడుతున్నాయి.

**మెండెల్ సూత్రాలు:-**

తలిదండ్రుల లక్షణాలు సంతానానికి వస్తాయని మనకు తెలిసిన విషయమే. పునరుత్పత్తి సమయ మందు సంయోగబీజాల ద్వారా యీ కణాలు సంతతికి ప్రసారణ చేయబడతాయి. లక్షణాలు వేరు వేరుగా వున్న తలిదండ్రుల మధ్య పునరుత్పత్తి జరిగినప్పుడు వారికి పుట్టి సంతతిలో ఎవరి లక్షణాలు ఎక్కువగా వస్తాయి, ఎందుకు వస్తాయి అనే విషయాలు తెలుసుకోవడం చాల ఆసక్తి దాయక మైనది. ఒకేసారి ఎక్కువ లక్షణాలు తీసుకొని వాటి ఆనువంశికతను తెలుసుకోవడం క్లిష్టమైనది. కావున వృక్ష లేక జంతు ప్రజనన (Breeding)

ప్రయోగాలలో ఒకటి లేక అనేక స్పష్టమైన లక్షణాలలో భేదాన్ని చూపేవాటిని మాత్రమే ఎన్నుకోవడం జరిగింది. మెండెల్ తన ప్రయోగాలకు ఏడు లక్షణాలలో వైవిధ్యమున్న తోట బలాణీ మొక్కలను ఎన్నుకొని వాటి ఆనువంశికతను విశదీకరించినాడు. వృక్షసంకరణములో కోల్, ర్యూటర్ మొదలైన శాస్త్రజ్ఞులు మెండెల్ కు పూర్వమే ప్రయోగాలు చేసి మెండెల్ ఫలితాల వంటివే పొంది వున్నారు. అయితే వారు తమ పరిశోధనా ఫలితాలను శాస్త్రీయంగా విపులీకరించ లేక పోయినారు. తమ పూర్వీకుల వలెకాక మెండెల్ తన పరిశోధనలు సాగించడంలో కొన్ని విశిష్ట పద్ధతుల్ని అవలంబించాడు. సరియైన ప్రయోగాలను ఎన్నుకోవడంలోనూ, మొక్కలలో ఒక్కొక్కసారి ఒక్కొక్క లక్షణాన్ని పరిశీలించడంలోనూ, సంకరణాల ఫలితంగా వచ్చిన బలాణీలను లెక్కించి, వాటి నిష్పత్తులను గణితపద్ధతిలో సరిచూసుకోవడం లోనూ, ప్రత్యేకతను కనబరిచాడు. మెండెల్ ప్రాథమిక ప్రయోగాలతోను, పరికల్పన (Hypothesis) ఆధారంతోను వివిధ సంకరణాలవల్ల ఏమి జరిగేది వూహించడమే కాకుండా, తన వూహలను పరీక్షల ద్వారా సరిచూసుకున్నాడు.

బలాణీ మొక్కలో సులభంగా గుర్తించగలిగే వైవిధ్యాలున్నాయి. అన్ని రకాల మొక్కల మధ్య సంకరణము సాధ్యము. దీనిని సులభంగా పెంచ వచ్చు. సాధారణంగా బలాణీ మొక్క ఆత్మఫలదీ కరణము చేసుకొంటుంది. అయినప్పటికి దీనిలో కృత్రిమ పరపరాగ సంపర్కము జరుపవచ్చును. అందుచేత బలాణీ మొక్కను తన ప్రయోగాలకు మెండెల్ ఎన్నుకొన్నాడు.

**శాస్త్రీయ పరిభాష**

మెండెల్ సూత్రాలను అధ్యయనం చేసేముందు అందులో వాడిన కొన్ని శాస్త్రపారిభాషిక పదాలను



గూర్చి తెలుసుకోవడము ఎంతో ఆవసరము. ఫలదీకరణమైన అండములోగాని లేక దానినుండి వచ్చిన మొక్క, లేక జంతువులో కాని జన్యువులు ద్వియస్థితి (Deploid) లో వుంటాయి. సంయోగ బీజాలలో జన్యువులు ఏకస్థితి (Haploid) లో వుంటాయి. సంయోగబీజాల చుట్టూ వలయాలు గాని బ్రాకెట్టుగాని వుంటే అవి ఖద్ధసూక్ష్మబీజ కణాలనీ, మొక్కలు లేక జంతువులుకావనీ అర్థము. స్త్రీ పురుష సంయోగబీజాలు ఫలదీకరణ సమయమందు కలయిక చెంది సంయుక్త బీజము ఏర్పడుతుంది. జన్యుద్వయములో నున్న విడివిడి జన్యువులను యుగ్మవికల్పాలు (Alleles) అంటారు. ఒక జన్యుద్వయములో ఒకే విధమైనటువంటి రెండు జన్యువులు వున్నచో, అది కలిగియున్న ప్రాణిని సమయుగ్మజం (Homozygote) అని పిలుస్తారు. ఉదాహరణకు  $DD$  యుగ్మ వికల్పాలు కలిగి వున్న పొడుగు మొక్క. అలాగే జన్యుద్వయములో భిన్నమైనటువంటి రెండు జన్యువులుంటే అది వున్న ప్రాణిని విషయ యుగ్మజం (Heterozygote) అని పిలుస్తారు. ఉదాహరణకు  $Dd$  యుగ్మ వికల్పాలు కలిగి వున్న పొడుగు మొక్క.

ఒక ప్రాణియొక్క బాహ్యలక్షణాలను ఉప లక్షణాలను చెప్పడానికి దృశ్యరూపకం (Phenotype) అని వాడతారు. ఉదా॥ బఠాణీలలో పొడుగుతనం లేక మరుగుజ్జుతనము, ఎలుకలలో తెల్లవర్ణపు రంగు, మానవుల్లో బట్టతల మొదలైనవి దృశ్యరూపకాలు. జన్యువుల నిర్మాణాన్ని చెప్పడానికి జన్యురూపకం (Genotype) అని వాడతారు. ఉదా॥  $F_1$  తరములోని పొడవైన మొక్కల జన్యురూపకము.  $Dd$  మొక్కలలోగాని జంతువులలో గాని దృశ్యరూపకము ఒకటిగా వున్నప్పటికీ వాటి జన్యురూపకము వేరుగా వుండవచ్చును. ఉదాహరణకు మెండెల్ ప్రయోగములో  $F_2$  సంతానతరములోని

$\frac{3}{4}$  మొక్కల దృశ్యరూపకము ఒక్కదైనప్పటికీ (పొడవైనవిగా వున్నప్పటికీ) వాటి జన్యురూపకము వేరువేరుగా, అంటే  $Dd$  లేక  $DD$  గా వుండవచ్చును.  $F_1$  తరములో వున్న పొడవైనమొక్కల జన్యుద్వయం  $Dd$  అయినచో, పొడగరితనాన్ని సూచించే  $D$ , మరుగుజ్జుతనాన్ని సూచించే  $d$  కి యుగ్మవికల్పము అంటారు.

### అలినతా సూత్రము:-

మెండెల్ మొట్టమొదట ఒక లక్షణంలో భిన్నాంశాలను రెండు బఠాణీ మొక్కలతో ప్రయోగాలు జరిపినాడు. ఆ మొక్కలలో ఒకటి పొడవైనది. మరొకటి మరుగుజ్జుది. పొడవైన మొక్క పుష్పములో అత్మఫలదీకరణము చెందనివ్వగా, దాని సంతతిలో అన్నీ పొడవైన మొక్కలే వచ్చినవి. అలాగే మరుగుజ్జు మొక్కనుండి మరుగుజ్జు మొక్కలే వచ్చాయి. అందుచేత వీటిని ఖద్ధవంశ క్రమా (pure lines)లైన జనకులు (parents)గా పరిగణించినాడు. రెండవ ప్రయోగంలో పొడవు మరుగుజ్జు జనకుల మధ్య సంకరణము చేయగా మొదటి సంతానతరము ( $F_1$ ) లో అన్ని మొక్కలు పొడవుగా నుండి దృశ్యరూపకంలో ఒక జనకుని పోలివుండటం గమనించాడు. ఈతరంలో మరుగుజ్జు లక్షణం అదృశ్యమైంది. పొడవైన యీ  $F_1$  హైబ్రిడ్ (hybrid) మొక్కలను అత్మ ఫలదీకరణము చెందనివ్వగా 2 వ సంతాన తరము ( $F_2$ ) లో కొన్ని పొడవైన మొక్కలు, కొన్ని మరుగుజ్జు మొక్కలు లభించినాయి. ఈ విధంగా  $F_1$  తరంలో అదృశ్యమైన మరుగుజ్జు లక్షణము రెండవ తరంలో తిరిగి కనబడింది.  $F_2$  తరంలో లభించిన మొక్కలను పరిశీలించగా  $\frac{3}{4}$ వంతు మొక్కలు పొడవైనవిగా,  $\frac{1}{4}$  వంతు మొక్కలు మరుగుజ్జుగా వున్నాయి.  $F_2$  సంతాన తరంలో లభించిన 1064 మొక్కలలో 787 పొడవైనవి, 277 మరుగుజ్జువి.

$F_2$  సంతాన తరంలో దృశ్యరూపక, జన్యరూపక వివరాలు.

దృశ్యరూపకము	జన్యరూపకము	జన్యరూపక పౌనఃపున్యము	జన్య రూపకాల నిష్పత్తి
పొడుగు మొక్క	DD	1	3
	Dd	2	
మరుగుజ్జు మొక్క	dd	1	1

పొడుగు మొక్క

DD

x

మరుగుజ్జు మొక్క

dd

జనక తరము

P

(పరపరాగ సంపర్కము)

(D)

(d)

సంయోగ బీజాలు

పొడుగు మొక్క  
D d

$F_1$  సంతాన తరము

Dd

x

Dd

$F_1 \times F_1$

( $F_1$  సంతాన తరము లో  
ఆత్మ ఫల దీకరణము)

(D)

(d)

(D)

(d)

సంయోగ బీజాలు

(D)

(d)

$F_2$  సంతాన తరము

(D)

(d)

DD పొడుగు మొక్క	Dd పొడుగు మొక్క
Dd పొడుగు మొక్క	dd మరుగుజ్జు మొక్క

ఈ విధంగా ఒక్క లక్షణంలో మాత్రమే భేదం చూపే మొక్కల మధ్య సంకరణము చేసినప్పుడు దానిని ఏకసంకరణము (Monohybrid cross) అంటారు అలాగే విత్తనపు రంగులో భిన్నాలున్న రెండు మొక్కలను సంకరణముచేసినాడు. అందులో ఒకటి పసుపుపచ్చరంగు విత్తనము కలది; రెండవది ఆకుపచ్చరంగు విత్తనము కలది.  $F_1$  తరంలో వచ్చిన మొక్క-లన్నియు పసుపు పచ్చరంగు విత్తనములనే కలిగియున్నవి. ఈ మొక్కలను ఆత్మఫలదీకరణము చెందనివ్వగా  $F_2$  తరంలో రెండు రకాల మొక్కలు అంటే, ఆకుపచ్చరంగు విత్తనములు కలవి కొన్ని, పసుపురంగు విత్తనములు కలవి కొన్ని వచ్చినవి-  $F_2$  సంతానతరంలో మెండెల్ 8023 విత్తనములను విశ్లేషించి చూడగా అందులో 6022 పసుపుపచ్చవి, 2001 ఆకుపచ్చవి వున్నాయి. అనగా పసుపుపచ్చ, ఆకుపచ్చరంగు విత్తనములు 3 : 1 నిష్పత్తిలో వున్నాయి.  $F_2$  విత్తనములను నాటినచో  $F_3$  సంతాన తరంలో వచ్చే విత్తనాలు ఎలా వుంటాయి అనేది శుభాహుజనకమైన విషయము. దీనిని కూడా మెండెల్ ప్రాగుక్తం (Predict) చేసినాడు.  $F_2$  లో వచ్చిన పసుపుపచ్చ విత్తనాలు  $\frac{2}{3}$  వంతు పసుపు పచ్చ విత్తనాలను,  $\frac{1}{3}$  వంతు ఆకుపచ్చ విత్తనాలను ఉత్పత్తి చేస్తాయనీ, ఆకుపచ్చ రంగువి ఆకుపచ్చరంగు విత్తనాలను మాత్రమే ఉత్పత్తి చేస్తాయనీ వూహించినాడు. 519  $F_2$  పసుపుపచ్చ విత్తనాలను నాటగా 314 మొక్కలు 3 : 1 నిష్పత్తిలో, పసుపుపచ్చ, ఆకుపచ్చ విత్తనాలను యివ్వగా; 168 మొక్కలు ఆకుపచ్చరంగు విత్తనాలను మాత్రమే కలిగి వున్నాయి. ఈ విధంగానే మిగతా ఆయిదు లక్షణాలలో వైవిధ్యం వున్న మొక్కలను ఏకసంకరణ పద్ధతి ద్వారా పరీక్షించి,  $F_2$  సంతానతరంలో ప్రతిలక్షణము సుమారుగా 3 : 1 నిష్పత్తిలో వుండటం గమనించి నాడు.

మెండెల్ పరిశోధనలను కొన్ని గుర్తులు వాడి యింకా సులభంగా విశదీకరించ వచ్చును.

మొక్కలలో పొడుగు లక్షణాన్ని సూచించే జన్యువును D అనీ, మరుగుజ్జు లక్షణాన్ని సూచించే దాన్ని d అని ఆనుకొన్నచో, ఏక సంకరణములో శుద్ధ జనకులను యీ క్రింది విధంగా చూపవచ్చును

పొడుగు మొక్క  $\times$  మరుగుజ్జు మొక్క  
DD  $\times$  dd

పొడుగు మొక్క పొడగరితనాన్నిచ్చే రెండు జన్యువులను కలిగి వుండటంచేత, యీ రకపు మొక్క ఆత్మఫలదీకరణము ద్వారా పొడుగు మొక్కలనే యిస్తుంది. అలాగే మరుగుజ్జు మొక్క, మరుగుజ్జు తనాన్నిచ్చే dd అనే జన్యువులను కలిగి వుండి ఆత్మ ఫలదీకరణముచే మరుగుజ్జు మొక్కలనే యిస్తుంది. ఈ మొక్కలలో సంయోగబీజాలు ఏర్పడినప్పుడు జన్యువుల జతలో అతీనత, అంటే జన్యువులు విడిపోవడం జరుగుతుంది. తద్వారా పొడుగు మొక్కలో ఏర్పడిన ప్రతి సంయోగబీజము ఒకే ఒక D జన్యువును, మరుగుజ్జు మొక్కలో ఏర్పడిన ప్రతి సంయోగబీజముమాడ ఒకేఒక d జన్యువును కలిగి వుంటాయి. అందుచేత ఆడ మగ సంయోగబీజాలు కలయిక చెంది, ఫలదీకరణమైన అండము ఏర్పడినప్పుడు, అది ఒక్కొక్క రకానికి చెందిన ఒక్కొక్క జన్యువును (Dd) కలిగి వుంటుంది. అస్పందిలోను D వుండటంవల్ల  $F_1$  తరంలో అన్ని మొక్కలు పొడవుగా వున్నాయి. దీనిని బట్టి D జన్యువు బహిర్గతము (Dominant) గా వుంటుందనీ, దాని యుగ్మవికల్పమైన d జన్యువు అంతర్గతంగా (Recessive) గా వుంటుందనీ, అందువల్ల మరుగుజ్జుతనాన్ని సూచించే d జన్యువు  $F_1$  తరంలో అణచివేయబడిందనీ తెలుసుకొనవచ్చును. దీన్నే బహిర్గతత్వము (Dominance) అంటారు. ఈ  $F_1$  (పొడవు) మొక్కయ, జనక (పొడవు) మొక్క దృశ్య

రూపకాలలో ఒకదైపుటికీ వాటి జన్యురూపకాలు పేరుపేరుగా వుంటాయి.  $F_1$  మొక్క పొడవుతనం విషమయుగ్మజం (Dd) కాగా, జనకమొక్క పొడవుతనం సమయుగ్మజం (dd) అవుతుంది.  $F_1$  మొక్కలను అత్మఫలదీకరణము చెందనిచ్చి నపుడు ఆడ మగ భాగములలోని ద్వయస్థితిలో వున్న జన్యువులు విడిపోయి సగము ఒక D జన్యువును, మిగతా సగము ఒక d జన్యువును కలిగివున్న సంయోగబీజాలు ఏర్పడినాయి. ఇవి సంయోగము చెందినపుడు పొడవు మరుగుజ్జు లక్షణములు కలిగిన మొక్కలు 3:1 నిష్పత్తిలో లభించాయి. దీని వివరణ 1వ పట్టిక-2వ. పటము లో ఇవ్వబడినది.  $F_1$  సంతానతరంలో పైకి కన్పించకుండా దాగివున్న లక్షణము (d),  $F_2$  తరంలో బహిర్గతమైంది. ఈ విధంగా జనకులకు సంబంధించిన లక్షణాలు  $F_2$  తరంలో అలీనతను (Segregation) చెందినాయి.

మెండెల్ పరిశోధనలద్వారా ఈ ముఖ్యాంశాలను తెలుసుకోవచ్చును:

1. ఒక్కొక్క లక్షణాన్ని ఒక్కొక్క జన్యువు నిర్వచిస్తుంది.

2. ఈ జన్యువులు జనకులలో జతలగానూ, సంయోగబీజాలలో ఏకస్థితిలోనూ వుంటాయి.

3. రెండు భిన్నాంశాలు గల మొక్కలను సంకరణము చేసినప్పుడు,  $F_1$  సంతానతరంలో ఒక లక్షణం మాత్రమే వ్యక్తీకరణమవుతుంది. దీనిని బహిర్గతత్వం అంటారు. వేరొక లక్షణం యీ తరంలో కప్పిపుచ్చబడుతుంది. దీన్నే ఆంతర్గతత్వము అంటారు.

4. ఒక లక్షణానికి ఒకటికంటే ఎక్కువ యుగ్మవికల్పాలు వుంటాయి. అంటే పొడుగు లక్షణానికి మరుగుజ్జు తనము యుగ్మ వికల్పము.

5.  $F_1$  తరంలో కప్పిపుచ్చబడిన ఆంతర్గత లక్షణం, తిరిగి  $F_2$  లో బహిర్గతమౌతుంది.

6.  $F_2$  లో లభించిన సంతానములో 3 వంతులు బహిర్గత లక్షణాన్ని, 1 వంతు ఆంతర్గత లక్షణాన్ని వ్యక్తీకరణము చేస్తాయి.

7.  $F_2$  సంతానములో  $\frac{1}{4}$  వంతు పొడుగుతనానికి,  $\frac{1}{4}$  వంతు మరుగుజ్జుతనానికి శుద్ధమైన లక్షణము కలవి.  $\frac{1}{2}$  వంతు పొడవుతనానికి విషమయుగ్మ జాలు.

అచార్య. ఓ. ఎస్. రెడ్డి

డా॥ పి. పార్థసందనరెడ్డి

## 102. కణాలు - ఆనువంశికత

(Cells and Heredity)

జన్యువుల ప్రసారణ విషయంలో మెండెల్ వెల్లడించిన సత్యాలు, గణితశాస్త్ర పద్ధతిలో ఎంతో ఖచ్చితమైనవిగా వున్నప్పటికీ, వానిలో ఇమిడి వుండే జీవసంబంధమైన యంత్రాంగాన్ని గురించి మెండెల్ కు స్పష్టంగా తెలియదు. జన్యువులు వుండే స్థానమును, జీవుల ఆవయవనిర్మాణానికి

వాటికి వున్న సంబంధమును, ఆవి నిర్వర్తించే విధులను గురించి విపులంగా తెలుసుకోవడం తర్వాత అంశము. తల్లిదండ్రులనుంచి వారి సంతతికి D జన్యువులు ప్రసారణ అవడానికి పునరుత్పత్తి యంత్రాంగానికి సన్నిహిత సంబంధమున్నదని విస్పష్టమైనది. కాని జీవశాస్త్రజ్ఞులు ఆనువంశికతకు

గల నిర్దిష్ట కారణాలను అవగాహన చేసుకోవడంలో ఆసక్తి కనబరిచారు. తైంగిక కణాలలో ఏభాగాలు అనువంశిక లక్షణాలను కలిగివున్నాయో, ఏ విధంగా ప్రాణుల చైతన్యవంతమైన జీవనప్రక్రియలు (Living processes) అనువంశికతతో ముడిపడి యున్నాయో తెలిసికోవాలని శాస్త్రజ్ఞులు కృషి చేసినారు.

1865-1900 లో కణశాస్త్ర సంబంధమైన మౌలిక సూత్రాలు వెలుగులోనికి రావడంతో, కణాలు సమవిభజన (Mitotic division) ద్వారా తమలో తాము ద్విగుణీకృతము అవుతాయనే విషయం కనిపెట్టబడినది. అంతేగాక క్లిష్టములగు (Complex) ప్రాణులన్నీ కూడా ఒకే కణంనుంచి వుద్భవించి, కణవిభజనద్వారా ప్రౌఢదశ (Adult Stage) వరకు అభివృద్ధి చెందుతాయని తెలిసినది. ఉదాహరణకు మనిషి ఫలదీకరణము చెందిన ఒక కణంనుండి మొదలై, క్రమంగా సమవిభజనల ద్వారా పెరుగుతూ కోటానుకోట్లు కణములుగల ప్రౌఢ జీవిగా అభివృద్ధి చెందుతాడు. జీవశాస్త్రజ్ఞులకు తొలిదశలో శరీరనిర్మాణానికి సంబంధించినంత వరకు ఆసక్తి వుండటం వలన, ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మ దర్శినిని కనిపెట్టడంతో, జంతు వృక్షకణాల సంక్లిష్టమైన నిర్మాణాన్ని తెలిసికోగలిగారు. ఎండో ప్లాస్మిక్ రెటిక్యులమ్ (Endoplasmic reticulum), రైబోసోమ్లు (Ribosomes), మైటోకాండ్రీయాలు (Mitochondria), గాల్జీ దేహములు (Golgi bodies), సెంట్రీయోల్ (Centriole) మొదలైనవి గల్గివున్న కణద్రవ్యము (Cytoplasm) న్నూ, క్రోమోసోమ్లు (Chromosomes), కేంద్రక రసము (Nuclear fluid), కేంద్రకాంశము (Nucleolus) లను కలిగివున్న కేంద్రకమున్నూ (Nucleus) అనే రెండు ముఖ్యభాగాలను కణము లో గుర్తించినారు. వివిధ జీవక్రియలను (Metabolic functions) నిర్వహించడం కణ

ద్రవ్యపు ముఖ్యవిధి కాగా, కేంద్రకము యీ క్రియలను నియంత్రిస్తుంది (Control).

### కణము - పునరుత్పత్తి (Cell reproduction)

కణములు పునరుత్పత్తి చేసుకొని తద్వారా బహుకణజీవి (Multicellular organism) ఏర్పడే వ్యవస్థను, కణవిభజన (Cell division) అంటారు. ఒక కణము విభజన పొందినపుడు ఏర్పడ్డ రెండు భాగాలు పూర్తి కణాలుగానే వుంటాయి. విభజనానంతరము పిల్ల కణాలు (Daughter cells) మొదట్లో చిన్న విగా కనిపించినప్పటికీ, అవి శీఘ్రంగా పెరిగి మొదటి కణమంత పెద్దవిగా తయారవుతాయి. పసిపాపలోని కణజాలము (Tissue) నందలి ఒక కణపు సుమారు పరిమాణము (Size) ఎంత ఉంటుందో, ప్రౌఢవయస్కునిలో నున్న కణ పరిమాణము కూడా ఇంచుమించు అంతే వుంటుంది. కాబట్టి పరిమాణములో వారిరువురి మధ్య వున్న తేడా కణపరిమాణము మీద కంటే మొత్తము కణ ముల సంఖ్యమీద ఆధారపడి వుంటుంది.

ఒకటికన్న ఎక్కువ కణములున్న జీవులు ఈ విధంగానే పెరుగుతాయి. కాబట్టి ఎక్కువ ప్రాణు లలో పెరుగుదల ప్రక్రియ (Growth process) కు, కణద్విగుణీకరణము అత్యవసరమైనది. ఏక కణ జీవులలో కణద్విగుణీకరణము నిజమైన పున రుత్పత్తిని తెలియజేస్తుంది. ఈ విధానంలో ఒక జనకజీవి నుండి రెండు క్రొత్తజీవులు వస్తాయి. బహుకణ జీవుల క్లిష్టమైన శరీర నిర్మాణము ఒక సంయుక్త బీజము (zygote) పలుమార్లు విభజన చెందడము, తర్వాత విభేదనము (differentiation) చెందడం ద్వారా జరుగుతుంది. అయితే యిది ఈ జీవులలో పునరుత్పత్తి విధానం కాదు. పెరుగుదలను మాత్రమే సూచిస్తుంది. సమవిభజన యంత్రాంగములో కణములు ఎలా పునరుత్పత్తి

ఆయ్యోడి, దానిలోని వివిధ దశలనూ గురించి, గత శతాబ్దం చివరి భాగంలో వార్టర్ ఫ్లెమ్మింగ్ (1843-1915) మొదలైన శాస్త్రజ్ఞులచేత ఖచ్చితంగా పరిశీలించబడింది. ఒక కణము రెండుకాగా, అలాగా ప్రతి విభజనలోను కణాల సంఖ్య రెట్టింపు అవుతూ చివరకు బహుకణ జీవులు ఏర్పడుతున్నాయి. ఈ విభజన ద్వారా ఏర్పడిన కణములన్నింటిలోను క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య ఒకేరీతిలో వుంటుంది. ఉదాహరణకు ఒక మాతృకణంలోని క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య  $2n$  అయినచో అది విభజన చెంది, రెండు పిల్ల కణములను పుత్పత్తిచేసిన, వాటిలోని క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య కూడా  $2n$  గానే వుంటుంది. ఈ విధంగా ఒక ప్రాణిలోని క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య నిర్దిష్టంగా వుండబడుతుంది. విభజన సమయ మందు క్రోమోజోమ్లు, ఒక్కొక్కటి రెండు క్రొమాటిడ్ (Chromatid) లుగా ఏర్పడి, ఆ తర్వాత అవి పూర్తి క్రోమోజోమ్లుగా వ్యవహరించడమే దీనికి కారణము. ఈ విధమైన విభజనను ఈక్వేషనరీ (Equational) విభజన అని కూడా అంటారు.

### లైంగిక పునరుత్పత్తిలో క్రోమోజోములు

లైంగిక కణాలైన ఆండము (Egg), శుక్రకణము, (sperm) కలయిక ద్వారా సంయుక్తబీజమేర్పడి, దానినుండి ఒక నూతన జీవి వస్తుందనీ, దానికి యీ కణాలద్వారా తల్లిదండ్రుల లక్షణాలు సంక్రం మిస్తాయనీ తెలిసినవిషయమే. అయితే అప్పటికి ఆను వంశికలక్షణాలు కేంద్రకముద్వారా వస్తున్నవో, లేక కణద్రవ్యముద్వారా వస్తున్నవో తెలియదు, స్ట్రాస్ బర్గర్, బోవేరి ఆను శాస్త్రజ్ఞులు ఏ కణభాగము ద్వారా యివివస్తున్నాయో తెలిసికోవడానికి కృషిచేసి కేంద్రకము ప్రధానపాత్ర వహిస్తుందని గ్రహించి నారు. కేంద్రకములోని క్రోమోజోమ్లు అనువంశిక లక్షణాలకు కారణమైన జన్యువులను కల్గివుంటాయని బోవేరి వూహించి, అనువంశికతకు క్రోమోజోమ్ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించినాడు. డబ్ల్యూ. యస్.

సూటన్ అను అమెరికన్ శాస్త్రజ్ఞుడు దీన్ని ఖల పరచినాడు.

### జంతువులలో పునరుత్పత్తి :

లైంగిక పునరుత్పత్తి ద్వారా, క్లిష్టమైన శరీరనిర్మాణము గల్గిన, బహుకణజీవులైన జంతువులు ఏర్పడతాయి. ఈ పునరుత్పత్తి విధానంలో స్త్రీ, పురుష సంభోగించు (Mate) కున్న సమయంలో పురుష బీజావయవమునుండి శుక్రకణము, స్త్రీ బీజముగుండా గర్భకోశము (Uterus) లోనికి ప్రవేశించి, అండమును ఫలదీకరణము చేస్తుంది. ఫలదీకరణము చెందిన అండమునుండి ఆదేశాతికి చెందిన క్రొత్తజీవి ఏర్పడుతుంది. అయితే ఫలదీకరణమునకు కావలసిన సంయోగబీజాలు (శుక్రకణం, అండము) ఎలా ఏర్పడుతున్నాయి? దేహకణాలు (Somatic cells) సమవిభజన ద్వారా ఏర్పడుతున్నాయని మనకు తెలుసు. లైంగిక కణాలు యీ విభజనద్వారానే ఏర్పడుతున్నాయా? లైంగికకణాలు కూడ సమవిభజనద్వారా ఏర్పడితే మాతృకణంలోని క్రోమోజోమ్లసంఖ్య ( $2n$ ) నే, సంయోగబీజాలు కూడ కల్గివుంటాయి. ఇలాంటిప్పుడు, స్త్రీ పురుష సంయోగ బీజాలు కలయిక చెందినపుడు, ఏర్పడకణంలో క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య రెట్టింపుగ ( $4n$ ) వుంటుంది. అయితే యిలాంటి పరిస్థితి ఏర్పడదు. కారణ మేమంటే, స్త్రీ, పురుష లైంగిక కణాలు వేరొక విభజన - వ్యయకరణ విభజన (Meiotic division) ద్వారా ఏర్పడతాయి. సాధారణంగా కణములో క్రోమోజోమ్లు జంటలుగా వుంటాయి. ఈ విభజన ద్వారా యివి విడిపోయి ఏర్పడిన లైంగిక కణాలలో, క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య మాతృకణమున ఉన్న వాటిలో సగం ( $n$ ) వుంటుంది. అంటే " $n$ " సంఖ్య వుంటుందన్నమాట. కాబట్టి రెండు సంయోగబీజాలు కలయిక చెందినపుడు క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య తిరిగి యథాస్థానాని ( $2n$ ) కి వచ్చి, ఆదేశాతికి చెందిన జీవి ఏర్పడుతుంది.

క్షయకరణ విభజన సమయమందు క్రోమోజోమ్లు తమ ప్రతికృతులను (Replicates) తయారు చేస్తాయి. దీనివల్ల జన్యుపదార్థము (Genetic material) యొక్క ప్రతికృతులు కూడా ఏర్పడుతాయి. ఈ విభజనవలన ఏర్పడిన లైంగిక కణాలు వీటిని కల్గి వుంటాయి. స్త్రీ, పురుష సంయోగబీజాల కలయికవల్ల ఏర్పడిన జీవిలో పూర్తి క్రోమోజోమ్ కాంప్లీమెంట్ (Chromosome Complement) ఏర్పడుటయే కాకుండా తల్లిదండ్రుల లక్షణాలు వస్తాయి.

**జంతువులలో సంయోగ బీజాల ఏర్పాటు :**  
(Formation of genes in animals)

సాధారణకణాలు మామూలుగా సమవిభజన ద్వారా తమలో తాము పునరుత్పత్తిని జరుపుకొన గలిగినవికాగా, లైంగిక కణాలు ఒక పూర్తి జీవిని పునరుత్పత్తి చేయగల శక్తి గలవి. ఈ లైంగిక కణాలు ఏర్పడటాన్ని సంయోగబీజ జననము అంటారు. క్షయకరణ విభజన ద్వారా స్త్రీపురుష లైంగిక కణాలేర్పడుతాయి. ఈ విభజనలో కేంద్ర కము రెండుసార్లు విభజన చెందగా, క్రోమోజోమ్లు ఒక్కసారి మాత్రమే విభజన చెందుతాయి. అందు చేత క్రోమోజోమ్ జతలు విడిపోయి, క్రోమోజోమ్ సంఖ్య, క్షయకరణమౌతుంది. అండము, శుక్ర కణము పనిచేయడానికి కొన్ని ఏర్పాట్లు అవసరము. అండము పోషక పదార్థాలను సమకూర్చుకొని, పిండము కొంతకాలం పెరగటానికి తోడ్పడుతుంది. స్వతంత్రమగు తన కదలికకోసం శుక్రకణము ఫ్లాజెల్లమ్ (Flagellum) ను వృద్ధిచేసుకొంటుంది.

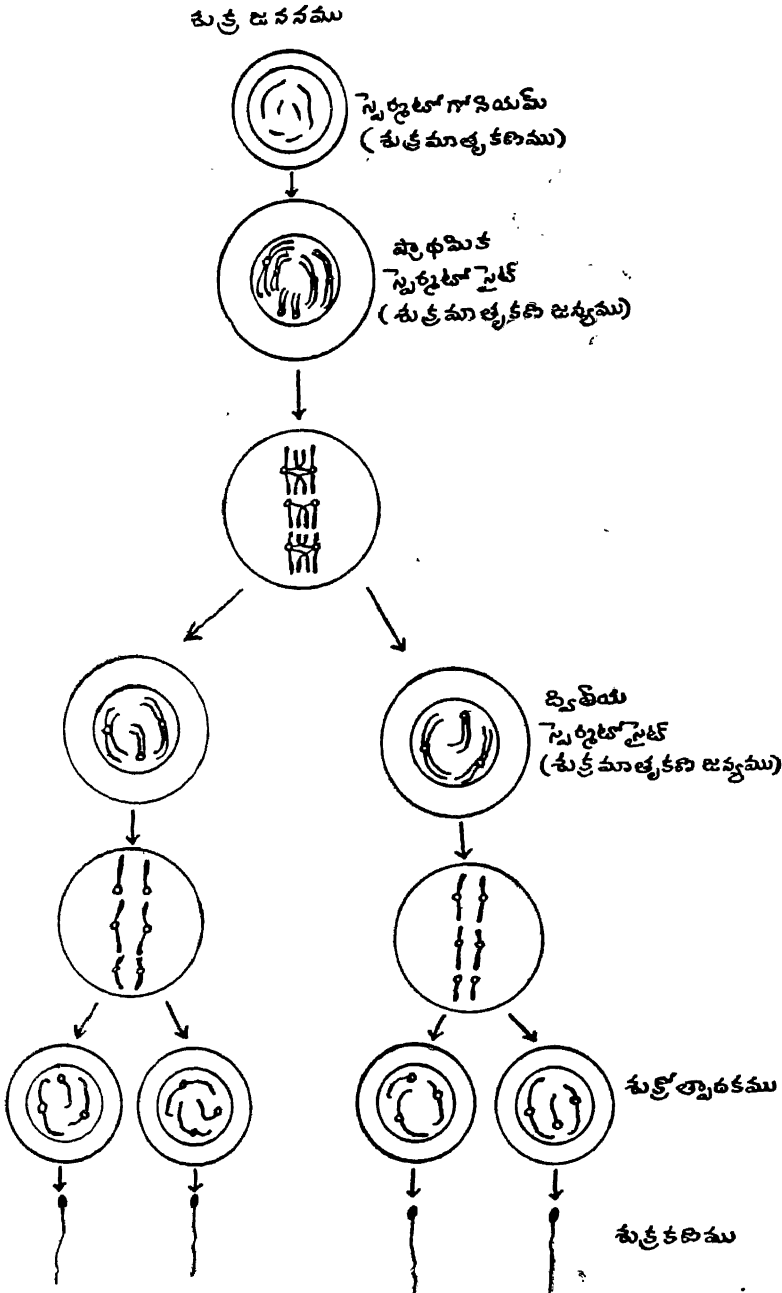
**శుక్రకణ జననము :** (Spermatogenesis)

శుక్రకణము ఏర్పడే విధము పటము-3లో చూపబడినది. పురుష బీజము (Testes) ఎల్లప్పుడూ స్పెర్మటోగోనియ (Spermatogonia) లేక శుక్రమాతృకణాలను కల్గి వుంటుంది. శుక్రమాతృకణాలు సమవిభజనల ద్వారా తమ సంఖ్యను అధికం చేసుకుంటూ వుంటాయి. కొన్ని మాతృకణాలు

(ద్వయస్థితిలోనివి) బాగుగా పెరిగి పెద్దవై ప్రాథమిక శుక్రమాతృకణ జన్యము (Primary Spermatocyte) లుగా ఏర్పడతాయి. ఇవి తిరిగి విభజన చెందడంతో ఒక్కొక్క ప్రాథమిక శుక్రమాతృకణ జన్యము నుండి రెండు ద్వితీయ లేక మాధ్యమిక శుక్ర మాతృకణ జన్యాలు వస్తాయి. ఇవి మళ్ళీ విభజన చెంది ఒక్కొక్కటి రెండు శుక్రోత్పాదకాల (Spermatids) ను యిస్తుంది. ఇవి గుండ్రంగా చలనరహితంగా వుంటాయి. ఇవి రూపాంతరము చెందడంతో పొడవుగా వుండి, స్వలిం త్రంగా చలించగల్గినటువంటి శుక్రకణాలు ఏర్పడతాయి. శుక్రమాతృకణము రెండుసార్లు క్షయకరణ విభజన చెందగా, క్రోమోజోమ్లు ఒక్కసారి మాత్రమే ద్విగుణీకరణముచెందుతాయి. అందుచేత శుక్రకణంలోని క్రోమోజోమ్లు ఏకస్థితి (Haploid stage) లో వుంటాయి. ఒక్క శుక్రమాతృకణము నుండి నాలుగు శుక్రకణాలు వస్తాయి. ఉదాహరణకు డ్రోసోఫిలా మాతృకణంలో 8 క్రోమోజోమ్లు వుండగా, దానినుండి ఏర్పడిన నాలుగు శుక్రకణాల్లో 4 క్రోమోజోమ్లు మాత్రమే వుంటాయి.

**అండజననము (Oogenesis).**

స్త్రీలో సంయోగబీజము ఏర్పడటాన్ని అండ జననము అంటారు. ఇది క్రోమోజోమ్ల యంత్రాంగ విషయంలో అన్నివిధాలా శుక్రజననాన్ని పోలివుంటుంది. అయితే ఈవ్యవస్థలోని మిగతాఅంశాలు శుక్రకణ జననపద్ధతికి అన్నివిధాలా భిన్నంగావుండును. అండము శుక్రకణము కంటే అధికంగా పోషక పదార్థాలను కలిగివుంటుంది. ముఖ్యంగా యీ విషయము గ్రుడ్డుపెట్టే జంతువులలో ఎంతో నిజము. దీనివలన గ్రుడ్డు పొడగబడినపుడు, పిండానికి కావలసిన ఆహారము సరఫరా అవుతుంది. ప్రాథమిక ఊస్టైడ్ లేక ప్రాథమిక అండమాతృకణజన్యపు (Primary oocyte) దశ ప్రాథమిక శుక్రమాతృకణ జన్యదశ కన్నా ఎక్కువ వుంటుంది. అండము పోషకపదార్థములతో వుండటంవలన, శుక్రకణముకన్న పెద్ద



దిగా వుంటుంది. పురుషునిలో ప్రాథమిక శుక్ర మాతృకణ జన్యము విభజనచెంది పరిమాణంలో

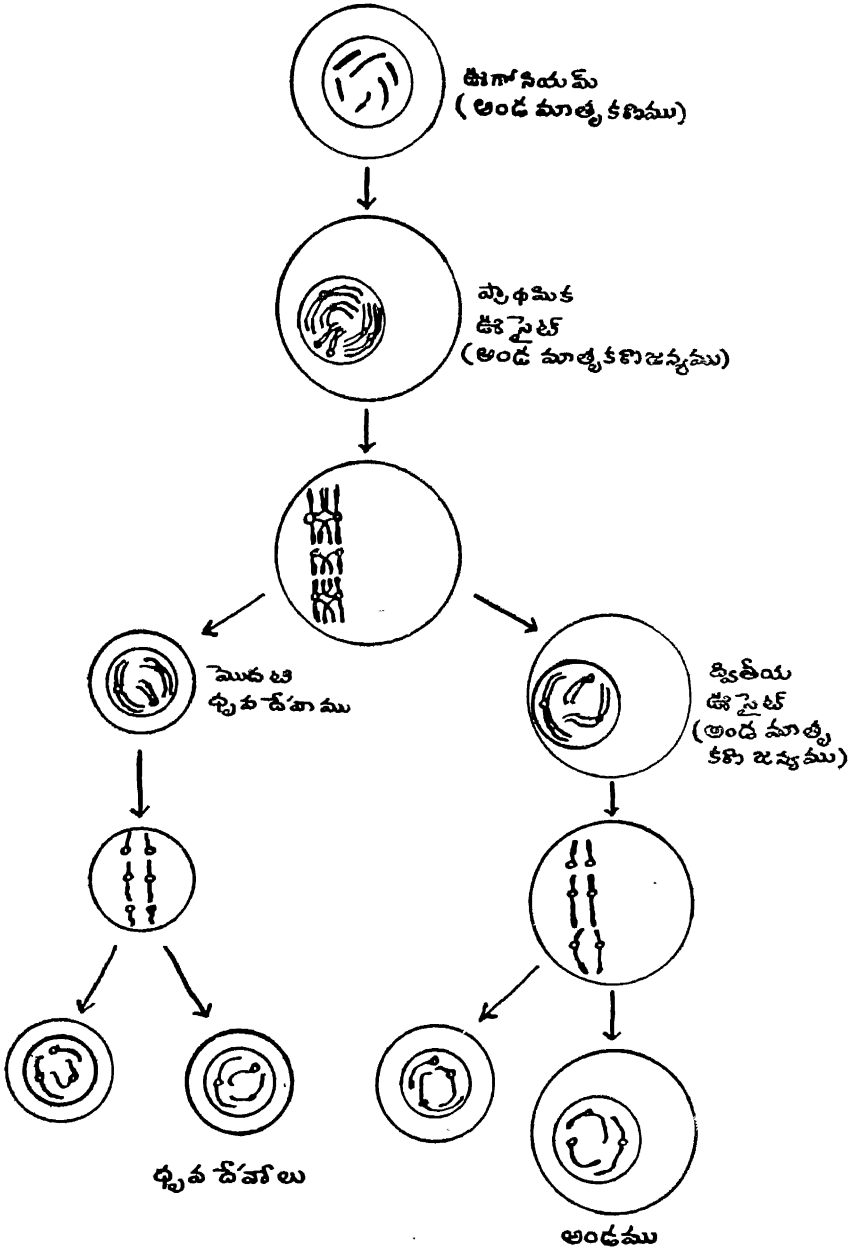
సరిసమానముగా వున్న రెండు ద్వితీయ శుక్ర మాతృకణ జన్యాలను యివ్వగా, స్త్రీలో ప్రాథమిక అండ



మాతృకణజన్యము విభజన చెంది సరిసమానముగా  
లేని రెండుకణాలను యిస్తుంది. (చూ: పటము-4)

అందులో చిన్నదిగా వున్నది ద్రువదే  
హము (Polar body). పరిమాణంలో పెద్దదిగా

అండ జననము



పున్న రెండవ కణము ద్వితీయ అండ మాతృకణ జన్యము (Secondary oocyte). ద్రువదేహము తిరిగి విభజన చెంది రెండు ద్రువదేహాలను యిస్తుంది. ద్వితీయ అండ మాతృకణ జన్యము విభజన చెంది ఒక ద్రువదేహాన్ని ఒక అండాన్ని యిస్తుంది. ఈ విధంగా అండజననములో అండ మాతృకణము, ఒక్క అండమును మాత్రమే యిస్తుంది. ఇది శుక్ర కణజననములో జరిగే దానికి భిన్నము. అక్కడ శుక్రమాతృకణము 4 సంయోగ బీజాలను యిస్తుంది. అది విభజన చెంది నాలుగు కణములుగా ఏర్పడినప్పుడు, ప్రాథమిక అండ మాతృ కణ జన్యములోని పోషకపదార్థము, వాటి లోనికి సరిసమానముగ పంచబడదు.

ఆ విధంగా ఏర్పడిన ఒక పెద్దకణము (అండము) లోనికి, పోషకపదార్థము ఎక్కువ భాగము పోగా, ద్రువ దేహాలలోనికి స్వల్పంగా పోతుంది. అన్ని కణాలు ఒకే విధమైన క్రోమోజోమ్ సంఖ్యను (ఏకస్థితి) కల్గివున్నప్పటికీ, ద్రువదేహాలు పనికి వచ్చే లైంగిక కణములు కాలేవు. శుక్రకణ జనన ములోని శుక్రోత్పాదక దశను పోలివటువంటి దశ యిక్కడ లేదు. కొన్ని జంతువులలో రెండవ

విభజన అనంతరము అండము పరిపక్వముచెంది, ఫలదీకరణమునకు తయారుగా వుండును. క్షీరదాలు (Mammals) మొదలైన జంతువులలో శుక్రకణము అండమును కలిసినపుడుకాని రెండవ క్షయకరణ విభజన జరుగదు.

ఈ అధ్యాయములోని ముఖ్యాంశాలివి :

1. శుక్రకణము, అండములలోని క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య ఒక జీవిలోని (2n) వాటిలో సగము (n) వుంటుంది.

2. స్త్రీ, పురుష సంయోగ బీజాలు ఏర్పడి నప్పుడు, తిరిగి పూర్తి క్రోమోజోమ్ కాంప్లెమెంట్ (2n) ఏర్పడుతుంది.

3. సంయుక్త బీజము సమవిభజనలు, విభేద నము చెందడం ద్వారా ఒకజీవి ఏర్పడుతుంది.

4. క్రొత్తగా ఏర్పడిన జీవి తల్లిదండ్రుల లక్షణాలను కల్గివుంటుంది.

ఆచార్య. ఓ. ఎస్. రెడ్డి  
డా॥ పి. పార్థసందన రెడ్డి.

## 103. లైంగిక క్రోమోజోమ్లు - లింగనిర్ణయము

(Sex chromosomes & Sex determination)

లైంగిక క్రోమోజోమ్లు :

జర్మన్ జీవశాస్త్రజ్ఞుడైన హెచ్. హెన్. కింగ్ 1891 సంవత్సరంలో కొన్ని కీటకాలలో శుక్రజనన (Spermatogenesis) వ్యవస్థలో ఒక నిర్దిష్టమైన నిర్మాణమున్నట్లు కనుగొన్నాడు. తద్వారా ఏర్పడిన శుక్రకణాల (Sperms) లో కొన్నింటిలో ఒక

కేంద్రపు నిర్మాణము (Nuclear structure) అధికంగా వుండటము, కొన్నింటిలో లేకపోవడము గమనించినాడు. ఈ అదనపు కేంద్రనిర్మాణానికి X - దేహము (Body) అని నామకరణము చేసినాడు. దీనిని బట్టి శుక్రజనన వ్యవస్థలో రెండు విధములైన శుక్రకణాలు ఉత్పత్తి అవుతాయని

తెలుస్తుంది. 1902 సం॥లో సి.ఇ. మెక్లంగ్, గొల్లభామలలో (grass-hoppers)లో వుండే దేహకణాల (Somatic cells) మీద పరిశోధనలు సాగించి ఆడ, మగ గొల్లభామలలో వుండే క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య వేరు వేరుగా వుందని గమనించినాడు. శుక్రజననములో X - దేహమును గుర్తించినాడు. అండజననము (oogenesis) ను గురించి అవ్యయనము చేయలేదు. అయితే, యీ X - దేహమునకూ లింగనిర్ణయానికి సంబంధం వుందని నిర్ణయించినాడు. కాని పౌరపాటున X - దేహము పుంలింగాన్ని నిర్ణయిస్తుందని అర్థం చేసుకున్నాడు. అతడు అండజననాన్ని కూడ పూర్తిగా చదివి వున్నట్లయితే, X - దేహము స్త్రీలింగాన్ని నిర్ణయిస్తుందని తెలిసికొని వుండేవాడు.

1905 సంవత్సరంలో ఇ.వి. విల్సన్, యన్. స్టీవెన్స్ అనువారు వివిధ కీటకములలోని సూక్ష్మబీజకణముల (germ cells) లోని క్రోమోజోమ్లపై విస్తృతమైన పరిశోధనలు చేసి ప్రొటెనార్ (Protenor) కీటకములలో మగబీజకణము 13 క్రోమోజోమ్లను, ఆడ బీజకణము 14 క్రోమోజోమ్లను కలిగి వున్నట్లు కనుగొన్నాడు. మగవాటిలో రెండు రకములైన సంయోగ బీజాలు పుత్పత్తి అపురాయనీ, మొదటిరకం 7 క్రోమోజోమ్లను, రెండవది 8 క్రోమోజోమ్లను, కలిగి వుంటాయని కూడా తెలుసుకున్నారు. అయితే ఆడవాటిలో 7 క్రోమోజోమ్లు వున్న ఒకే రకమైన అండములు (Eggs) ఏర్పడ్డాయి. 7 క్రోమోజోమ్లున్న శుక్రకణము అండమును ఫలదీకరము (Fertilization) చేసినప్పుడు మగకీటకమూ, 8 క్రోమోజోమ్లున్న శుక్రకణము అండమును ఫలదీకరణము చేసినప్పుడు ఆడ కీటకమూ వచ్చుటను కనుగొన్నారు. కావున హెన్ కింగ్ కనిపెట్టిన X - దేహము లింగనిర్ణయము చేయుటలో ప్రభావము కలదని స్పష్టమైనది. అనేక కీటకములలో

దానిని పరిశీలించిన తర్వాత అది లైంగిక క్రోమోజోమ్ అని నిర్ణయించి, దానికి X క్రోమోజోమ్ అని పేరు పెట్టబడింది. అదే సంవత్సరము (1905) డ్రోసోఫిలా మేలనోగాస్టర్ మొదలైనటువంటి రెండు లింగాలలోని కణాలలో క్రోమోజోమ్లు ఒకే సంఖ్యలో వున్నట్లు విల్సన్ స్టీవెన్స్ గమనించినారు. అయితే మగవాటిలో ఒక X - క్రోమోజోమ్ కాక పెద్దదిగావున్న మరొక క్రోమోజోమ్ను గుర్తించి, దాన్ని Y - క్రోమోజోమ్ అని పిలిచినాడు. ఇది పుంలింగమును ప్రభావితం (Influence) చేసే క్రోమోజోమ్గా పేర్కొన్నారు. ఈ విధంగా కీటకాలలో లైంగిక క్రోమోజోమ్లైన X, Y, లు కనిపెట్టబడినాయి.

### లింగ నిర్ణయము :

వృక్ష, జంతు తదితర జాతులలో లింగనిర్ణయము చేయడం అనేది ఆసక్తిదాయకమైన విషయము. ఫలదీకరణమైన అండము, లేక సంయుక్త బీజము (Zygote) నుండి వృద్ధి అయ్యేది ఆడ లేక మగ అనేది నిర్ణయించడమే లింగనిర్ణయము. ఈ విషయముకొన్ని వందల సంవత్సరాలవరకు శాస్త్రజ్ఞులకు అలవి కానిదై వుండినది. 1900 సంవత్సరము వరకు ఎన్నో పరికల్పనలు చేయబడినప్పటికీ ఏది కూడా సంతృప్తికరమైన సమాధానము ఇవ్వలేదు. లైంగిక క్రోమోజోమ్లు కనిపెట్టడంతో లింగనిర్ణయానికి క్రోమోజోమ్ సిద్ధాంతము (Chromosomal theory) ఉపకరించింది.

### XO పద్ధతి;

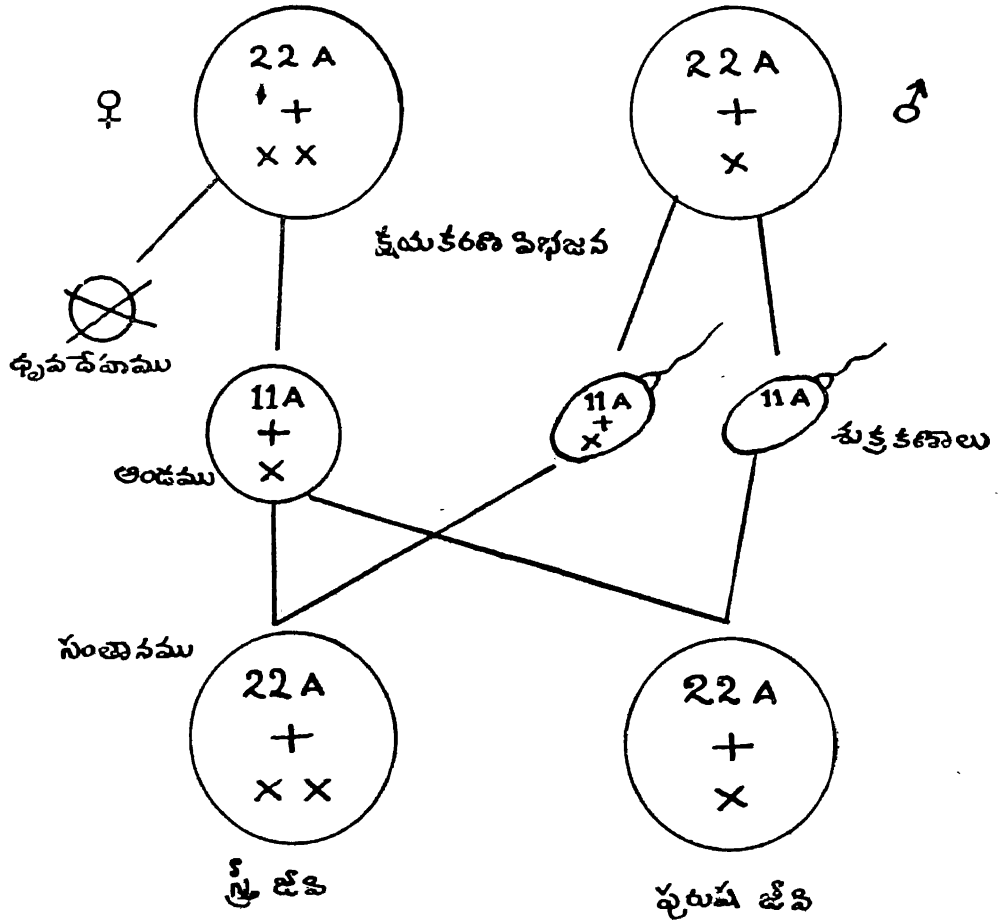
గొల్లభామ (Grosshopper) ల మగ, ఆడ బీజకణములలో 22 ఆటోజోమ్లు (Autosomes) వున్నట్లు కనుగొనబడినది. ఆడవాటిలో X క్రోమోజోమ్ ద్వయస్థితి (XX) లో వుండగా మగవాటిలో X క్రోమోజోమ్ ఏకస్థితి (XO) లో వున్నట్లు గుర్తించినారు. ఈ బీజకణములు ఆ

అప్రత్యక్ష విభజన లేక క్షయకరణ విభజన (Meiotic division) చెంది. ఆడవాటిలో X క్రోమోజోమ్ కలిగి వున్న ఒకే రకమైన ఆండము ( $11A + X$ ). ను వుత్పత్తి చేయగా మగవాటిలో రెండు రకములైన శుక్రకణములు వచ్చాయి: కొన్ని X క్రోమోజోమ్ కలిగినవి ( $11A + X$ ), కొన్ని X క్రోమోజోమ్ లేనివి ( $11A + O$ ). దీనిని బట్టి ఆండములన్నియు 11 ఆటోజోమ్ (A) లను, ఒక X క్రోమోజోమ్ను

కలిగి వుండగా. కొన్ని శుక్రకణములు 11 ఆటోజోమ్లను ఒక X క్రోమోజోమ్ను, మరికొన్ని శుక్రకణములు ఆటోజోమ్లను మాత్రమే కలిగి వున్నవి. X క్రోమోజోమ్ కలిగివున్న శుక్రకణములో ఫలదీకరణము చెందిన ఆండము రెండు X క్రోమోజోమ్లను కలిగి వుండటం చేత, అడకీటకము (X X) పుడుతుంది. అట్లాగే X క్రోమోజోమ్ లేని శుక్రకణము ఆండమును ఫలదీకరణము చేయగా ఏర్పడిన సంయుక్తదీకణములో



గ్రాస్ హాపర్  
(XO)

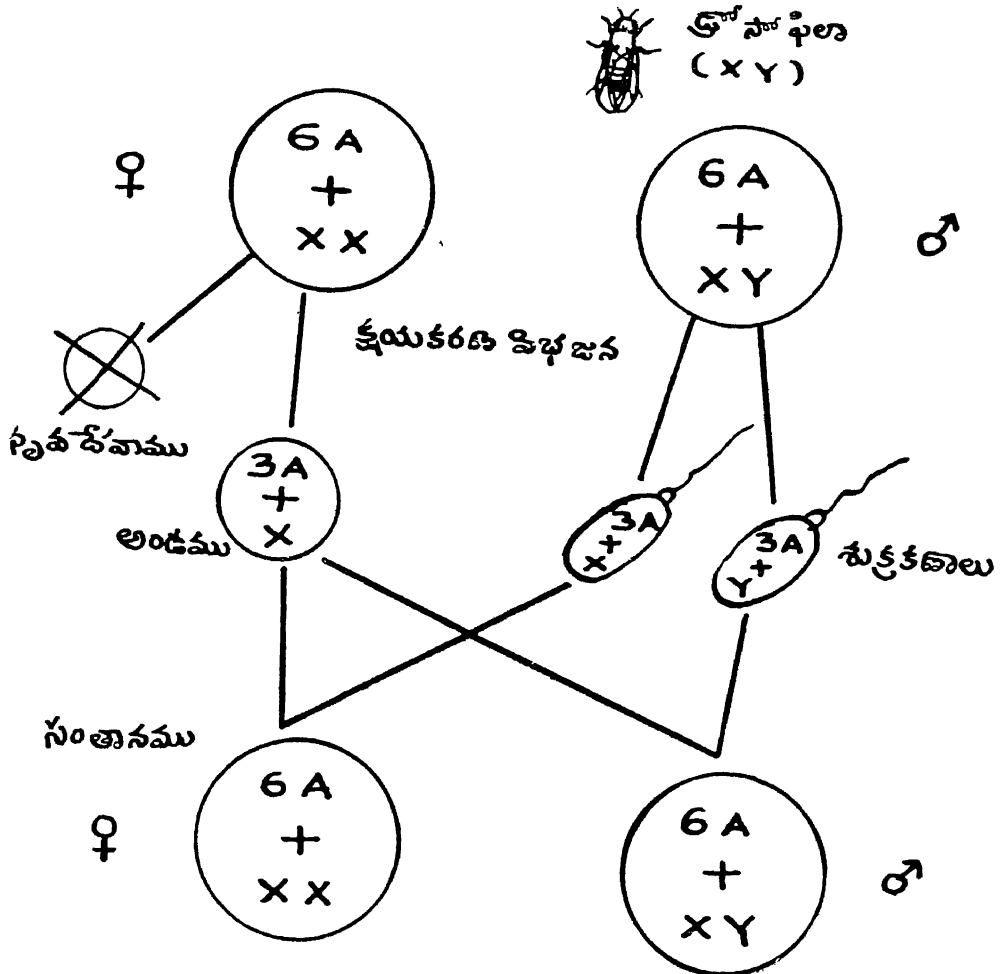


ఒకే X వుండటం వలన దాని నుండి మగకీటకము (XO)వుడుతుంది. ఈ పద్ధతినే XO పద్ధతి అంటారు.

X Y పద్ధతి:-

X O పద్ధతిని కనిపెట్టిన విల్సన్, స్టీవెన్స్, అదే సంవత్సరము (1905) లో X Y పద్ధతిని కూడా కనిపెట్టారు. వీరు ఆడ, మగ, కీటకములలో సమాన సంఖ్యలో వున్న క్రోమోజోమ్లను గమనించినారు. మగదానిలో ఒక X క్రోమోజోమ్, ఒక Y క్రోమోజోమ్ వుండగా, ఆడదానిలో రెండు X క్రోమోజోమ్లు వుండటం కనుగొన్నారు.

డ్రోసోఫిలా మగ కీటకంలో మూడుజతల ఆటోజోమ్లు వుండగా, లైంగిక క్రోమోజోమ్లు ఒక X, ఒక Y ని కలిగి వుంటాయి ( $3A + XY$ ). ఆడ కీటకములో మూడుజతల ఆటోజోమ్లు, ఒక జత లైంగిక క్రోమోజోమ్లు (XX) వుంటాయి. అప్రత్యక్ష విభజన ద్వారా వుత్పత్తి చేసే అండములో మూడు ఆటోజోమ్లు వుంటాయి. పురుషుడు వుత్పత్తి చేసే శుక్రకణంలో అదే సంఖ్యలో ఆటోజోమ్లు, మరియు ఒక X క్రోమోజోమ్గానీ, లేకఒక Y క్రోమోజోమ్ కానీ వుంటాయి.



Y క్రోమోజోమ్ వున్న శుక్రకణంతో ఫలదీకరము చెందిన అండము సంయోగబీజముగా రూపొంది, దానినుండి మగ కీటకము (X Y) వస్తుంది. X క్రోమోజోమ్ వున్న శుక్రకణముతో ఫలదీకరణము చెందిన అండము ఆడ కీటకము (X X) గా వృద్ధి చెందుతుంది (పటము-8). మానవులలో కూడా లింగ నిర్ణయము యీ పద్ధతికి చెందినదే.

### X Y క్రోమోజోమ్ల లింగ విధులు:-

(The Sexual functions of X Y

Chromosomes).

విల్సన్, స్యూటన్, స్టీవెన్స్, మాన్టి గోమెరీ, మొదలైన శాస్త్రజ్ఞుల కృషి ఫలితంగా లింగ నిర్ణయానికి సంబంధించిన ఎన్నో నిజాలు తెలిశాయి. అయితే X, Y క్రోమోజోమ్ల విధులు అపరిష్కృతంగా వుండిపోయాయి. మోర్గన్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు లింగ సహలగ్నత (Sex Linkage), వంశ పారంపర్యం పై పరిశోధనలు సల్పి X క్రోమోజోమ్ అనేక లింగసహలగ్న జన్యువులను కలిగి వుంటుందనీ, Y క్రోమోజోమ్ వేనిని కలిగి వుండదనీ, డ్రోసోఫిలాపై చేసిన పరిశోధనల ద్వారా, కనుగొన్నాడు. 1916 సం. లో బ్రిడ్జెన్ దీనికి ఆధారాలను ఇచ్చినారు. Y క్రోమోజోమ్ లేని మగ డ్రోసోఫిలాలను (XO) ఇతడు కనుగొన్నాడు. అవి వంధ్య (Sterile) మైనవి. అయితే ఆకృతిలోను నడవడిలోను సాధారణ మగవాటిని పోలి వున్నాయి. ఇతడు Y క్రోమోజోమ్ను కలిగి వున్న ఆడవాటి (XXY) ని కూడా గమనించాడు. ఇవి సాధారణముగా వుండి ఫలసామర్థ్యము (Fertile) గలవి. దీనిని బట్టి మగవాటికి ఒక X క్రోమోజోమ్, ఆడవాటికి రెండు X క్రోమోజోమ్లు అవసరమని తెలుస్తున్నది. Y క్రోమోజోమ్ లైంగికంగా నపుంసక (Neutral) మైంది.

### గైనాండ్రో మార్ఫులు:-

(Gynandromorphs)

మోర్గన్, బ్రిడ్జెన్, అను శాస్త్రజ్ఞులు డ్రోసోఫిలాలో 1919 సం॥లో గైనాండ్రోమార్ఫ్ అనే రకాన్ని కనుగొన్నారు. దీనిలో కొంత శరీరభాగము మగదిగాను, కొంతభాగము ఆడదిగాను వుంటుంది. దీని ఉత్పత్తిని వీరు క్రోమోజోమ్ సిద్ధాంతం ద్వారా విశదీకరించినారు. క్రోమోజోమ్లందు సరియైన విభజనలు జరుగక పోవడంతో సంయుక్త కణములు (X X) ఒక X క్రోమోజోమ్ను కోల్పోతాయి. ఈ కణము (X O) ల నుండి ఏర్పడ్డ శరీరభాగములు మగవాటివిగను, రెండు X క్రోమోజోమ్లు కలిగియున్న కణముల (XX) నుండి ఏర్పడ్డభాగములు ఆడవాటివిగను ఉంటాయి.

గోల్డ్స్మిడ్, కట్ స్యూకి, పట్టుపురుగు (Silk worm) లో వేరొక పద్ధతి ద్వారా యీ గైనాండ్రో మార్ఫులు ఏర్పడతాయని కనుగొన్నారు. ఆడపురుగులో కొన్ని అండములు ఒక కేంద్రకము (Nucleus) నకు బదులుగా రెండు కేంద్రకాలను కలిగి వుంటాయి. ఈ రెండు కేంద్రకాలు రెండు వేరువేరు శుక్ర కణాలతో సంయోగము చెందినపుడు (అంటే ఒక శుక్ర కణము X క్రోమోజోమ్ను, వేరొకటి Y క్రోమోజోమ్ను కలిగి యున్నపుడు) ఆ సంయుక్త బీజము నుండి ఏర్పడిన జీవిలో కొన్ని ఆడ భాగములు, కొన్ని మగభాగములు వృద్ధి అవుతాయి.

### డ్రోసోఫిలాలో సమలింగ, అధికలింగ జీవులు

(Intersexes and Supersexes in Drosophila)

బ్రిడ్జెన్ (1922) డ్రోసోఫిలాలో కొన్ని క్రొత్త రకములైన ఆడవాటిని గుర్తించినాడు. వీటిలో

Xక్రోమోజోమ్తో సహా, అన్ని క్రోమోజోమ్లు త్రయస్థితి (Triploid) లో వున్నట్లు కనుగొన్నాడు. ఇవి ద్వయస్థితిలో క్రోమోజోమ్లను కలిగివున్న సాధారణ ఆడవాడిని అన్ని విధాలా పోలివుండటమే కాక ఫలవంతమైకూడా వున్నాయి. వీటిని ద్వయస్థితి క్రోమోజోమ్లను కలిగి వున్న మగవాడితో సంయోగముచేయగా ఆసక్తి కలిగించే వివిధ రకాలు లభించాయి. ఇవి వరుసగా ఇవి :-

1. మూడు X క్రోమోజోమ్లను, మూడు ఆటోజోమ్ సమూహాల (Sets)ను కలిగివున్న ఆడత్రయస్థికాలు.
2. రెండు X క్రోమోజోమ్లను, రెండు ఆటోజోమ్ సమూహాలను కలిగివున్న సాధారణ స్త్రీ ద్వయస్థికాలు.

3. రెండు X క్రోమోజోమ్లు, ఒక Y క్రోమోజోమ్, రెండు ఆటోజోమ్ సమూహాలను కలిగిన ఆడ XXY ద్వయస్థికాలు.

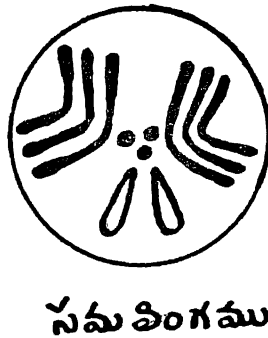
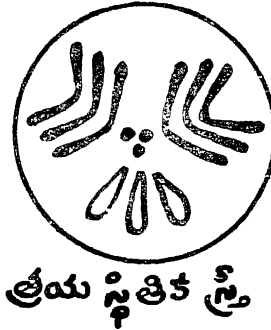
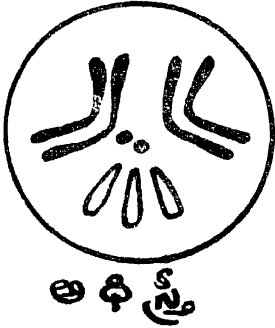
4. రెండు X క్రోమోజోమ్లను, మూడు ఆటోజోమ్ సమూహాలను కలిగి వున్న సమలింగజీవులు.

5. రెండు X క్రోమోజోమ్లు, ఒక Y క్రోమోజోమ్, మూడు ఆటోజోమ్ సమూహాలను కలిగిన సమలింగజీవులు.

6. ఒక X క్రోమోజోమ్, ఒక Y క్రోమోజోమ్, రెండు ఆటోజోమ్ సమూహాలను కలిగిన సాధారణ మగజీవులు.

7. మూడు X క్రోమోజోమ్లను, రెండు ఆటోజోమ్ సమూహాలను కలిగిన ఆధిస్త్రీలు.

8. ఒక X క్రోమోజోమ్, ఒక Y క్రోమోజోమ్, మూడు ఆటోజోమ్ సమూహాలను కలిగిన ఆధిపురుషులు.



సమలింగాలు ఆడవాటికి మగవాటికి మధ్యస్థం (intermediate)గా వుండి వింధ్యలై ఉంటాయి. అధిస్త్రీలు, అధిపురుషులు కూడా సంస్కృతై నవే. ఇవి ఏవియు సంయోగమునకు పనికిరావు.

**బ్రిడ్జెస్ తన పరిశోధనలకు యిచ్చిన వివరణ ఇది :-**

సమలింగాలను త్రయస్థితికాలను బట్టి డ్రోసో ఫిలాలో లింగనిర్ణయాన్ని ఆటోజోమ్లు, X క్రోమోజోమ్లు కలిసిచేస్తాయని తెలుస్తున్నది. ఆటోజోమ్లకు X క్రోమోజోమ్లకు గల నిష్పత్తి (Ratio)కి చాల ప్రాముఖ్యము వున్నదని వివరించినాడు. రెండు X క్రోమోజోమ్లు ఉన్నచో ఆడది అగునని అనడం సరికాదు. ఎందుకనగా సమలింగాలలో రెండు X క్రోమోజోమ్లు వున్నప్పటికీ అవి ఆడవికాలేదు. ఇక్కడ రెండుకు బదులు మూడు ఆటోజోమ్ సమూహాలు వుండటంతో అవి ఆడవి కాక వేరొక తరగతి అయిన సమలింగానికి మార్చబడినాయి. దీనిని బట్టి ఆటోజోమ్లు లింగనిర్ణయంలో ప్రముఖపాత్ర వహిస్తాయని తెలుస్తున్నది. సమలింగాలలో కొన్ని మగ లక్షణాలు వుంటాయి. దీనికి కారణము మగవాటిని వుత్పత్తిచేయు ప్రవృత్తిగల జన్యువులు ఆటోజోమ్లలో వుండవచ్చునని సులభంగా బ్రిడ్జెస్ పూహించినాడు. దీనిని బట్టి లింగనిర్ణయము యీ క్రింది విధంగా జరుగుతుంది అనవచ్చును.

ఒక జీవిలో వైరధ్యముగల రెండు జన్యు సమూహాలు ఒకేసారి చర్యలోకి వస్తాయి. ఒక సమూహము మగవాటిని తయారుచేయు ప్రవృత్తిని కలిగి ఉండగా, రెండవ సమూహము ఆడవాటిని తయారుచేసే ప్రవృత్తిని కలిగి ఉంటుంది. అయితే ఈ రెండు జన్యు సమూహాలు సమానంగా శక్తివంతమైనవి కావు. స్త్రీ ద్వయస్థితిక, త్రయస్థితికాలలో మొత్తము “క్రోమోజోమ్ కాంప్లిమెంట్” (Chromosome complement)

మగవాటికన్న, ఆడవాటిని కలిగించే ప్రవృత్తిగల జన్యువులు కలిగి ఉండటంతో, అవి ఆడవి అయినాయి. X క్రోమోజోమ్లలోని మొత్తం జన్యువులు ఆడలక్షణాలను కలిగించే ప్రవృత్తిని కలిగినట్టివి కాగా, ఆటోజోమ్లలో మగ లక్షణాలను కలిగించే జన్యువులు అధికంగా వుండి శక్తివంతంగా వుంటాయి. అందుచేత ఫలదీకరణసమయంలో కొన్ని అండములు Y క్రోమోజోమ్తో సంయోగము చెందడంతో ఒక X క్రోమోజోమ్ తక్కువై, ఆడ లక్షణములను కలిగించు జన్యువులు తక్కువ అవుతాయి. ఆ కారణంగా అవి మగవిగా వృద్ధిచెందుతాయి. X క్రోమోజోమ్లు, ఆటోజోమ్లు  $2X : 2A$  నిష్పత్తిలో ఉన్నప్పుడు సంయుక్త బీజాలు సమలింగాలుగా వృద్ధి చెందుతాయి.

**జన్యువుల తులనాత్మకత-లింగ**

**నిర్ణయము- (Genic Balance and Determination of sex)**

పై పరిశోధనం ఫలితంగా జన్యువుల తులనాత్మకతపై లింగనిర్ణయము ఆధారపడినదని తెలుస్తుంది. ప్రతి వ్యక్తియొక్క జన్యురూపకంలో ఆడ, మగ లక్షణాలను కలుగచేయు జన్యువులు వుంటాయి. అయితే, ఏ వైఖరిని కలిగించు లక్షణాలు ఉంటే, దాన్ని బట్టి లింగనిర్ణయమవుతుంది. లైంగిక క్రోమోజోములుగాని, ఆటోజోములుగాని వాటిని కలిగి ఉంటే వాహకాలు (Carriers) మాత్రమే. అయితే డ్రోసోఫిలాలో X క్రోమోజోములు ఆడలక్షణాలను కలిగించే జన్యువులను ఎక్కువగానూ, ఆటోజోములు మగ లక్షణాలను కలిగించే జన్యువులను ఎక్కువగానూ కలిగి ఉంటాయి. అయితే ఫలదీకరణమైన అండములోని X క్రోమోజోమ్, ఆటోజోముల నిష్పత్తియే చివరకు లింగ నిర్ణయాన్నిచేసే కారకము (Factor). వివిధ డ్రోసోఫిలా రకాలలో వచ్చిన వీటి నిష్పత్తులు పట్టిక 2 లో యివ్వబడినవి. (చూ. పు. 488)



పట్టిక - 2

డ్రోసోఫిలా రకాలలో లింగ నిర్ణయ నిష్పత్తులు

లింగము	X క్రోమోజోమ్	Y క్రోమోజోమ్	ఆటోజోమ్ సమూహాలు (A)	లింగ నిర్ణయ నిష్పత్తి (X/A)
స్త్రీ	త్రయ స్థితికము 3 X	—	3	1.00
	ద్వయ స్థితికము 2 X	—	2	1.00
	ద్వయ స్థితికము XXY 2 X	Y	2	1.00
సమ లింగము	X X రకము 2 X	—	3	0.67
	X X Y రకము 2 X	Y	3	0.67
పురుషుడు	X	Y	2	0.50
అది స్త్రీ	3 X	—	2	1.50
అది పురుషుడు	X	Y	3	0.83

ఈ నిష్పత్తి మగదానిగా పృథ్వియగు సంయోగ బీజములో 0.5 గను, ఆడదానిగా పృథ్వియగు సంయోగ బీజములో 1.0 గను వుంటుంది. ఏ జీవిలోనైనా, యీ నిష్పత్తి 1.0కి, 0.5కి మధ్యలో ఉన్నయెడల అది సమలింగజీవి అవుతుంది. అది స్త్రీలో యీ నిష్పత్తి 1. 5. అంటే, సాధారణ

స్త్రీలలో వుండే నిష్పత్తి కన్న అది ఎక్కువ. అలాగే అభిపురుషునిలో నిష్పత్తి 0.33; సాధారణ పురుషులలో వున్న నిష్పత్తి కంటే అది తక్కువ.

ఆచార్య టి. ఎన్. రెడ్డి.

డాక్టరు పి. పార్థసందనరెడ్డి

# 104. లింగ సహలగ్నత

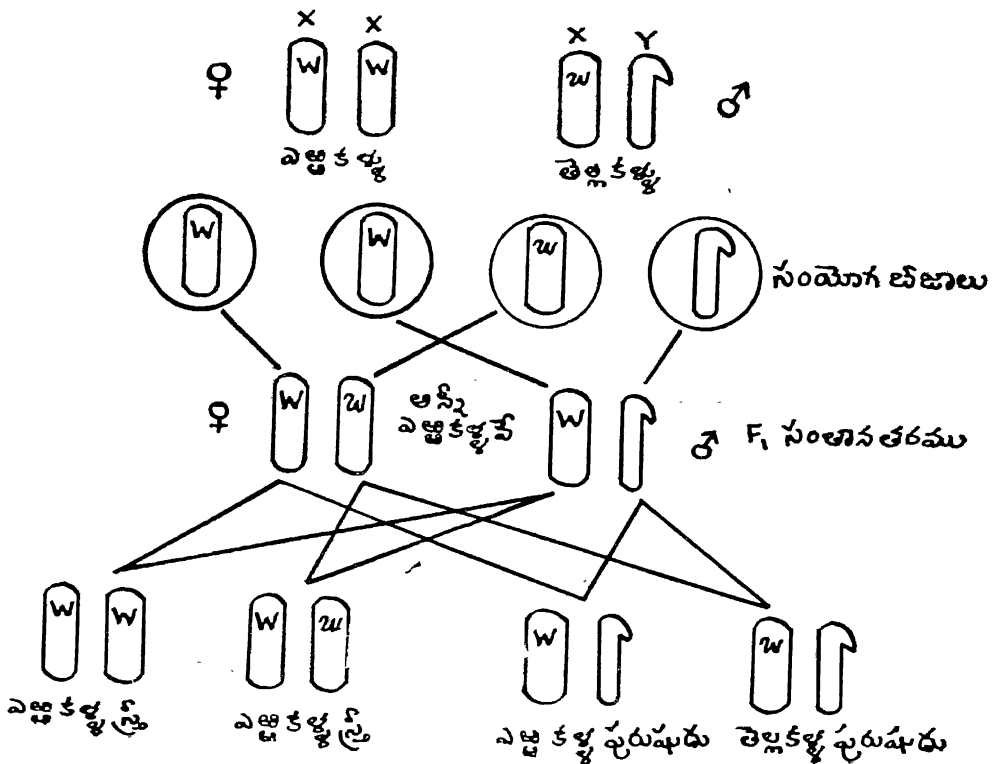
(Sex Linkage)

ఈ శతాబ్ద మధ్యకాలంలో లైంగిక క్రోమోజోములను, లింగనిర్ణయమునుగూర్చి అవగాహన చేసుకున్న తర్వాత, లైంగిక క్రోమోజోములలో లింగనిర్ణయముచేసే జన్యువులేకాక, వేరే లక్షణాలను కలిగించే జన్యువులుకూడ వున్నవేమో అనే విషయాన్ని తెలుసుకోవడానికి పరిశోధనలు ప్రారంభమైనవి.

ఒక జీవిలో క్రోమోజోములకంటే అధికంగా జన్యువులే వుండటము, మరికొన్ని ప్రాణులలో X క్రోమోజోమ్, మిగతా వాటికంటే, పెద్దదిగా వుండటము-పరిశోధనలకు దారి తీసింది. ప్రప్రథమంగా 1910 సం॥లో టి. హెచ్. మోర్గాన్, ఫ్రూట్ ఫ్లై (Fruit Fly) పై చేసిన పరిశోధనల

ద్వారా లైంగిక క్రోమోజోమ్ వేరే క్రోమోజోము లనుకూడా కలిగి వుంటుందని రుజువైనది. పూర్వ పై సాధారణంగా ఎర్రకళ్ళను మాత్రమే కలిగి ఉంటుంది. తన పరిశోధనల సమయమందు ఆ ఎర్రని కళ్ళున్న ఈగలలో ఒక తెల్ల కళ్ళున్న మగ ఈగను మోర్గాన్ గుర్తించినాడు. ఇది ఒక జన్యు పురో ఆయత్నకృతం (Spontaneous) గా కలిగిన ఉత్పరివర్తన (Mutation) ద్వారా లభించిందని పూహించాడు. ఈ తెల్లకళ్ళున్న మగ ఈగను ఎర్ర కళ్ళున్న ఆడఈగలతో సంపర్కము చేయగా  $F_1$  సంతానతరంలో అన్నీ ఎర్ర కళ్ళున్న ఈగలే వచ్చాయి. ఈ  $F_1$  సంతాన తరం ఈగలను సంపర్కము ( $F_1 \times F_1$ ) చేయగా,  $F_2$  లో ఎర్ర కళ్ళున్న ఈగలు, తెల్ల కళ్ళున్న ఈగలు 3: 1

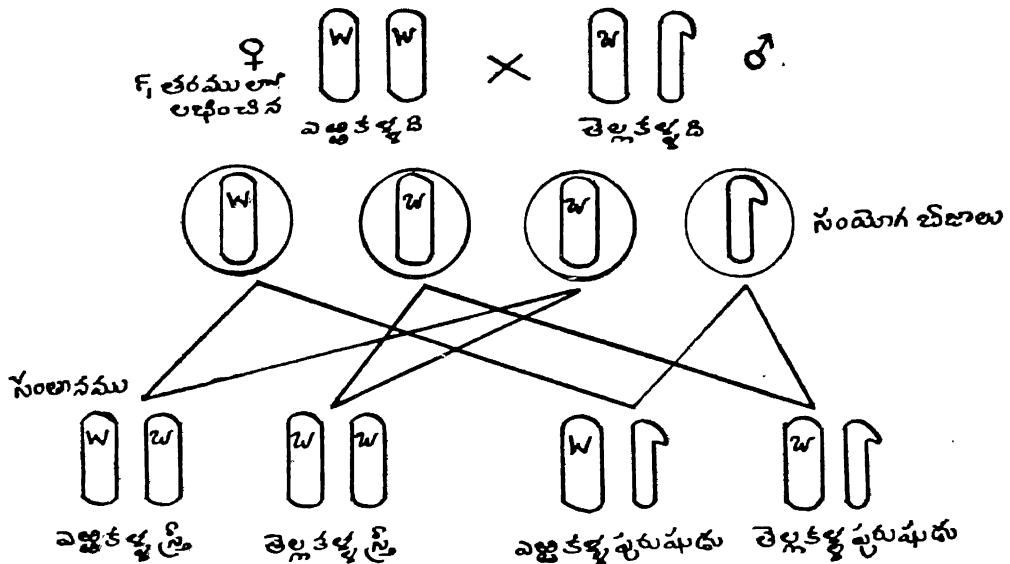
నిష్పత్తిలో లభించాయి. ఇది మెండెల్ నిష్పత్తికి అనుగుణంగానే వుందనీ, ఎర్రకళ్ళ రంగు బహిర్గత లక్షణమనీ, తెల్లకళ్ళరంగు అంతర్గతమని తెలుస్తున్నది. అయితే  $F_2$  సంతానతరంలో వచ్చిన తెల్లకళ్ళ ఈగలన్నీ మగవే.  $F_2$  తరంలో వచ్చిన మగఈగలలో సగం తెల్లకళ్ళున్నవి; సగం ఎర్రకళ్ళున్నవి కాగా,  $F_2$  ఆడఈగలన్ని ఎర్రకళ్ళవే. ఇది మామూలు పద్ధతికి భిన్నంగా వుంది. మగవాటిలో మాత్రము అంతర్గత లక్షణము (తెల్ల కళ్ళరంగు) వ్యక్తీకరణమైనది. అందు చేత ఈ జన్యువు X క్రోమోజోములో వున్నదనీ, అది ఏకస్థితిలో వున్నప్పుడు బహిర్గతం అవుతుందని ఒక నిర్ణయానికి మోర్గాన్ వచ్చినాడు. అతని పరిశోధన వివరాలు పటము-8 లో చూపబడినవి.



ఎర్ర లక్షణానికి కారణమైన జన్యువు W. తెల్ల లక్షణానికి కారణమైన జన్యువు w, W కు యుగ్మ వికల్పము. F<sub>1</sub> సంతాన తరంలో మగ కీటకాలలోను, ఆడ కీటకాలలోను W జన్యువు వున్నందున ఎర్ర లక్షణము బహిర్గతమైనది. అందుచేత సంతానమంతా ఎర్ర కన్నులనే కలిగి వున్నది. ఈ తరము (F<sub>1</sub>)లో సంపర్కము జరుపగా F<sub>2</sub>లో నాలుగు విధములైన ఈగలు వచ్చినవి. మొదటి రకము ఎర్ర కళ్ళున్న మగ జీవి. దీనిలో ఎర్ర లక్షణాన్ని (W) కలిగివున్న ఒక X క్రోమోజోమ్, కంటిరంగుకు కారణమైన ఏ జన్యువులేని ఒక Y క్రోమోజోమ్ వుండటంచేత ఎర్ర లక్షణము బహిర్గతమైనది. రెండవ రకము ఎర్రకళ్ళున్న ఆడ సమయుగ్మజాలు. వీనిలో బహిర్గత లక్షణానికి కారణమైన రెండు W జన్యువులు రెండు X క్రోమోజోముల మీద వుండటంచేత ఎర్ర లక్షణము బహిర్గతమైంది. మూడవ రకము ఎర్ర కళ్ళున్న ఆడ విషమయుగ్మజాల. దీనిలో ఒక X క్రోమోజోము నందు బహిర్గత లక్షణాన్ని (ఎర్రని కంటి రంగు) సూచించే W జన్యువు, ఒక X క్రోమోజోమ్ నందు అంతర్గత లక్షణాన్ని

(తెల్లనికంటి రంగు) సూచించే w జన్యువు వున్నవి; అందుచేత తెల్లనిరంగు అబిచివేయబడి, ఎర్రని కంటి రంగు బహిర్గతమైనది. మూడవ రకము తెల్ల కళ్ళున్న మగ జీవి; దీనిలోవున్న ఒక X క్రోమోజోమ్ అంతర్గత లక్షణాన్ని (తెల్లని రంగును) w జన్యువును కలిగి వుండగా Y క్రోమోజోమ్ కంటిరంగును సూచించే ఏ జన్యువునూ కలిగి వుండదు. అయినప్పటికీ అవి తెల్లకళ్ళవే అయినవి. దీనిని బట్టి w ఒకటే వుండి, దాని యుగ్మ వికల్పము W లేనప్పటికీ లేక మరొక w లేనప్పటికీ ఆది బహిర్గత లక్షణంగా ప్రవర్తిస్తున్నదని తెలియుచున్నది.

తెల్ల కళ్ళున్న ఆడ ఈగలను కూడా పొందటం సాధ్యమేనని మోర్గన్ నిరూపించినాడు. F<sub>1</sub> సంతాన తరంలో వచ్చిన ఎర్ర కళ్ళున్న ఆడ ఈగలను (W w) తెల్ల కళ్ళున్న మగ ఈగలతో పూర్వసంపర్కము చేయగా వచ్చిన నాలుగు రకాల ఈగలలో తెల్ల కళ్ళున్న ఆడ ఈగలు కూడా కనిపించినవి (పటము-9). ఈ తెల్లకళ్ళ ఈగలలో రెండు X క్రోమోజోములు w ను కలిగి వుండుట యే దీనికి కారణము.



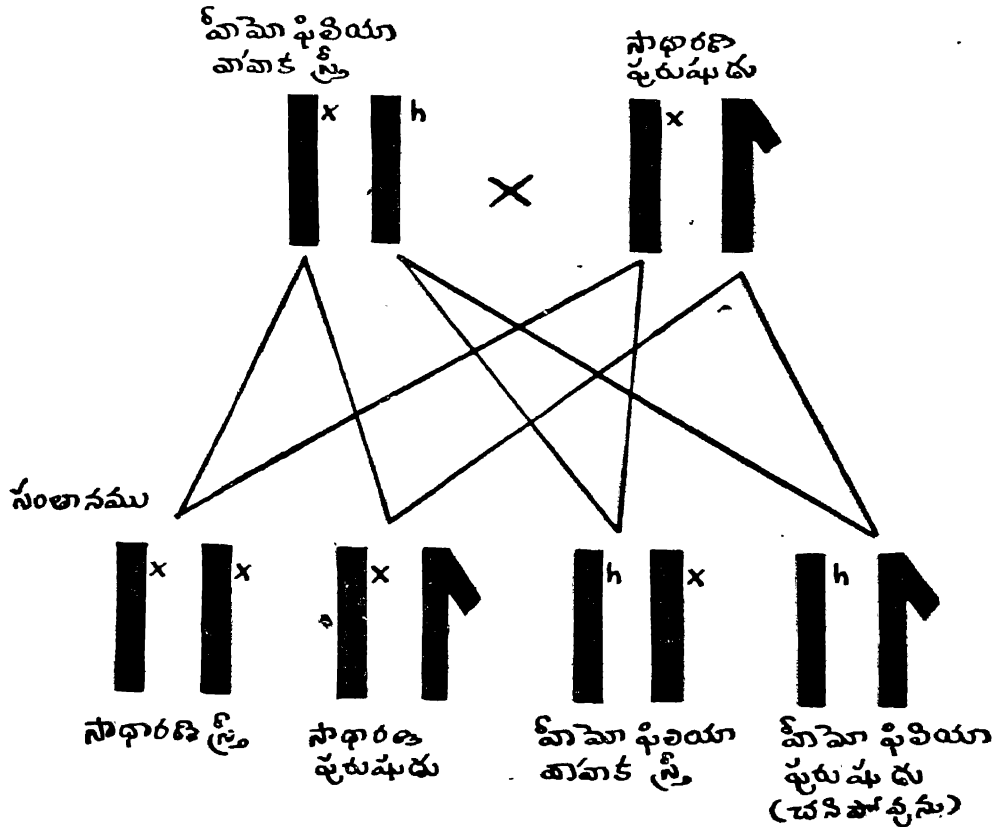
పైన చెప్పిన ఉదాహరణలను బట్టి ఆనువంశిక లక్షణాలకూ, లింగానికి సంబంధం వున్నదని తెలిసింది. దీనినే లింగ సహలగ్నత అని పిలుస్తారు. లింగ సహలగ్నత వున్న జన్యువులు ఎక్కువగా X క్రోమోజోములో వుంటాయి చాల అరుదుగా కొన్ని జంతువులలో Y క్రోమోజోములు కూడా వీటిని కలిగి వుంటాయి.

లింగ సహలగ్నత కలిగిన కొన్ని ప్రాణి పాయ జన్యువులు

(Sex-Linked Lethal genes)

కొన్ని లింగ సహలగ్న ఉత్పరివర్తనలు (Mutations) కొన్నిసమయాలలో, ఒక జీవి ప్రాణి

నికే ముప్పు కలిగిస్తాయి. వీటికి కారణమైన జన్యువులను ప్రాణిపాయ జన్యువులు అని పిలుస్తారు. రెండు X క్రోమోజోము లున్న స్త్రీ జీవిలో, అంతర్గతమైన లింగ సహలగ్న జన్యువు ఒకే X క్రోమోజోములో వున్నప్పుడు, ఆ ప్రాణికి హాని కలిగించవు. అయితే వాటిని సాధారణ పురుషజీవితో సంపర్కము చేసినపుడు సగము మగసంతానము చనిపోతుంది. దీనికి కారణము, వారు లింగ సహలగ్నత కలిగివున్న ప్రాణిపాయ జన్యువు కలిగిన, ఒక X క్రోమోజోమును తల్లినుండి పొందడమే. దీనియందు బహిర్గతమైన యుగ్మవికల్పకము లేక పోవడంచేత ఇవి చనిపోతాయి. ఆడ సంతతిలో తండ్రినుంచి వచ్చిన యుగ్మవికల్పకము వుండటం



చేత వాటికి ప్రాణాపాయము వాటిల్లదు. ఈకారణం చేత  $F_1$  సంతతిలో ఆడ, మగ 1: 1 నిష్పత్తిలో వుండక, 2: 1 నిష్పత్తిలో ఉంటుంది. డ్రోసోఫిలాలోను, మానవులలోను కూడా ఈ ప్రాణాపాయ జన్యువులను కనుగొన్నారు. మానవులకు కలిగే హీమోఫిలియా అనే వ్యాధి దీనికి మంచి ఉదాహరణ.

### మానవులలో లింగ సహలగ్నత

(Sex Linkage in man)

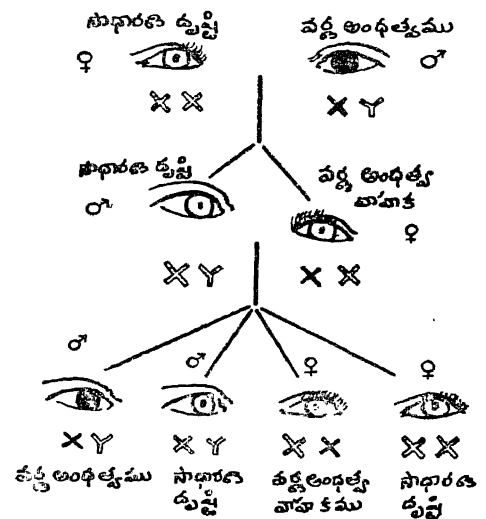
ఫ్రూడ్ ఫ్లైలోను, యితర జంతువులలోను, లింగ సహలగ్నత జరిగినట్లే, మానవులలోకూడా జరుగుతుంది. నిజానికి దీనిని మొదటిసారిగా మనుషులలోనే గుర్తించడం జరిగింది. క్రీ. పూ. గ్రీకులత్వ వేత్తలు మానవుల్లో వంశపారంపర్యంగా వచ్చే ఉపలక్షణాలు ఒక తరాన్ని చాటి, మరొక తరంలోకి రావడం గుర్తించారు. అంటే, తండ్రికి వచ్చిన లక్షణాలు అతని సంతతికి రాకపోవడము, తర్వాత తరంలో అతని మనుషులకు మాత్రమే ఆ లక్షణాలు రావడం గమనించారు. ఇట్లాగా తండ్రి నుంచి కుమార్తె ద్వారా మనుషునికి కొన్ని ఆసవంశిక లక్షణాలు రావడము మానవుల్లో లింగ సహలగ్నత వున్నదని తెలుపుతున్నది.

మానవునిలో 60 కి పైగా లింగ సహలగ్నత వున్న ఉపలక్షణాలు కనుగొనబడినవి. ఉదా. కు హీమోఫిలియా, వర్ణ అంధత్వము మొదలైనవి.

#### వర్ణ అంధత్వము :

ఈ లక్షణాన్ని యిచ్చే జన్యువు X క్రోమోజోమ్లో వుంటుంది. ఎరుపు, ఆకుపచ్చ వర్ణ అంధత్వమున్న మరీషికి, అతని Xక్రోమోజోమ్లో ఒక వర్ణపు అంధత్వాన్నిచ్చే జన్యువు వుండి, Y క్రోమోజోమ్లో దానికి బహిర్గతమైన యుగ్మ వికల్పము లేకపోవడంతో, అది దృశ్యరూపకంలో వర్ణపు అంధత్వమును కనబడిస్తుంది. అతను వర్ణ

అంధత్వము లేని స్త్రీని వివాహమాడినపుడు,  $F_1$  ఆడ మగ సంతతిలో వర్ణ అంధత్వము కానరాలేదు. అయితే  $F_1$  స్త్రీ, తండ్రినుంచి ఒక X ను పొందటం వలన, వర్ణ అంధత్వమునకు వాహక, (Carrier) స్త్రీ అనిపించు కొంటుంది. ఈ స్త్రీ రెండవ X క్రోమోజోమ్లో దాని (వర్ణ అంధత్వము) యుగ్మ వికల్పమును కలిగి వుండటంవలన వర్ణ అంధత్వము బహిర్గతము కాదు.  $F_1$  పురుషసంతతి తండ్రినుంచి X క్రోమోజోమ్ను పొందలేదు కనుక, సాధారణంగా అంటే, వర్ణ అంధత్వము లేక, వుంటుంది. వర్ణ అంధత్వవాహక స్త్రీ, సాధారణ పురుషుని వివాహం చేసుకున్నప్పుడు తిరిగి పురుష సంతతిలో వర్ణ అంధత్వము కనబడుతుంది. కొందరు స్త్రీలు దీనికి వాహకు లవుతారు. దీని వివరణ పటము-11 లో ఇవ్వబడినది.



పటము - 11

#### మనిషిలో Y క్రోమోజోమ్ సహలగ్నత (Y Chromosome Linkage in Man)

డ్రోసోఫిలాలో చేసిన పరిశోధనల ఫలన కొన్ని జన్యువులు Y క్రోమోజోమ్లోని ఆసమజాతీయ (Non-homologous) భాగములో వుంటాయనీ,

అవి సంతానానికి కొన్ని అనువంశిక లక్షణాలను కలుగజేస్తాయనీ తెలుసుకోబడినది. వీనిని Y క్రోమోజోమ్ సహాగ్న జన్యువులు అని పిలుస్తారు. ఈ జన్యువులు Y క్రోమోజోమ్ పై వుండటం వల్ల ఇవి కలగజేసే లక్షణాలు తండ్రినుంచి కుమారు

లకు వస్తాయి. చెవులపై వెండ్రుకలు పెరగడం దీనికి ఒక ఉదాహరణ.

అచార్య. ఓ. ఎస్. రెడ్డి

డా॥ పి. పార్థసందనరెడ్డి

## 105. ఉత్పరివర్తనాలు

(Mutations)

**అయత్నకృత ఉత్పరివర్తనాలు :**  
(Spontaneous Mutations)

జన్యురూపకాలలో హఠాత్తుగా సంభవించే మార్పులను “ఉత్పరివర్తనాలు” అంటారు. ఈ మార్పులవల్ల దృశ్య రూపకాలలో కూడా పరిణామాలు కలుగుతాయి. డీప్రీన్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈవినింగ్ ప్రీమ్ రోజ్, ఈనోథిరాలామార్కియానా అనే మొక్కలపై చేసిన పరిశోధనల ఫలితంగా యివి వెల్లడి అయినవి. ఈ మొక్కలను తోటలలో పెంచగా జనక (parents) మొక్కలకంటే పెద్ద పరిమాణము (size) గల మొక్కలు కొన్ని, మరుగుజ్జు మొక్కలు కొన్ని లభ్యమైనాయి. అంతేకాక, రంగులోనూ వివిధభాగాల ఆకారాలలోనూ క్రోమోజోమ్ల సంఖ్యలోనూ తేడాలు అగుపించినవి. ఈ ఉత్పరివర్తనాలు వాటి ప్రేరణ లేక వాటి కంతట అవే వచ్చినవి. కాన వీటిని అయత్నకృత ఉత్పరివర్తనాలు అని పిలువవచ్చును. ఇలాంటి ఉత్పరివర్తనాలను సూక్ష్మజీవులలోను, డ్రోసోఫిలా మొదలైన కీటకములలోను, క్షీరదముల (mammals) లోను శాస్త్రజ్ఞులు గమనించినారు. టి. హెచ్. మోర్లాన్ సాధారణంగా ఎర్రని కళ్ళు కలిగిన డ్రోసోఫిలా మిలనోగాస్టర్ జాతిలో హఠాత్తుగా ఒక తెల్లని కళ్ళన్న జాతిని కనుగొన్నారు. అది

లింగ సంబంధ ఉత్పరివర్తనమనీ, అది శాశ్వతంగా వుండి పోయి ఒక శుద్ధవంశక్రమాన్ని యిస్తుందనీ తన పరిశోధనల ద్వారా వెల్లడించాడు. హఠాత్తుగా ఏర్పడిన ఉత్పరివర్తకము (mutant) తన జనకులవలె తన లక్షణాలను సంతానమునకు సంక్రమింపజేయ కలిగినప్పుడు దానిని నిజమైన, పూర్తి ఉత్పరివర్తకము అనవచ్చును. దీనిని బట్టి జన్యుపదార్థములో సంక్రమానుగుణంగా సంభవించే మార్పులు ఉత్పన్నమయినవని తెలుస్తున్నది.

**ఉత్పరివర్తనాలవల్ల దృశ్యరూపక ఉపలక్షణాలలో వచ్చే మార్పులు**

ఉత్పరి వర్తకాలు (Mutants) బాహ్య (External) లేక అంతర (Internal) లక్షణాలలో కానీ, శరీరధర్మము (Physiology) లో కానీ, జీవరసాయనిక (Bio-chemical) ధర్మములో కానీ తమ జనకులకు భిన్నమై వుండవచ్చును. కంటిరంగు, ఆకారములలోను, రెక్కల ఆకారంలోను, పునరుత్పత్తి ఫలసామర్థ్య లక్షణాలలోను నడవడిలోను జనకులకు భిన్నమైన అనేక ఉత్పరివర్తనాలను డ్రోసోఫిలాలో కనిపెట్టడం జరిగింది. కొన్ని ఉత్పరివర్తనాలలో ఒక శరీరభాగము వేరొకటిగా పరివర్తన (Trans form) చెందుతుంది. డ్రోసోఫిలా స్పర్శకృంగాలు

(Antennae) కాళ్ళుగా మారడం యీకోవకుచెంది నదే. నిలువవున్న రొద్దెకుపట్టే బూజు (న్యూరోస్పోర-Neurospora) ఉత్పరివర్తనాలు వాటి ఆహార అవసరాలలో మార్పులు తెస్తాయి. అంటే సాధారణ ఆహారము కాక వీటికి ఉదనపు ఆహార పదార్థాలు అవసరము. బాక్టీరియా ఉత్పరివర్తనాలు కొన్ని ప్రతిజీవ కణాల (Antibiotics) ను నిరోధించేరకాలు కాగా కొన్ని ప్రతిజీవకాలచే సులభంగా చంపబడతాయి.

ఉత్పరివర్తనాలు చిన్నవి కావచ్చు, లేదా అపాయకరమైనవి కావచ్చును. అపాయకరమైనవి అయినచో పిండము (Embryo) నకు ప్రాణహాని కల్గించును.

### ఉత్పరివర్తనాలు ఏర్పడే దశలు

(Stages at which mutations occur):

జీవి అభివృద్ధి దశలో ఉత్పరివర్తనాలు ఎప్పుడైనా కలుగవచ్చును. ఒక సిద్ధసంయోగ బీజము (Mature gamete) లో ఉత్పరివర్తనము సంభవిస్తే సంతానములో ఒక్కటి మాత్రమే ఉత్పరివర్తకమవుతుంది. ఫలదీకరణమైన అండపు మొదటి విభజనలో ఒక కణములో ఉత్పరివర్తనము కలిగితే దాని నుండి వచ్చేజీవిలో కొంత భాగములో ఉత్పరివర్తనాలు కనబడతాయి. మిగతా సగభాగము సాధారణంగానే వుంటుంది. ఉత్పరివర్తనము ఒకే దేహకణములోకూడా కలగవచ్చును. మొక్కజొన్నలోని ఎంటోస్పెర్మ్ లేక అంకురచ్ఛదము (Endosperm) లోని రంగుమార్పున్నూ ఆకుల లేదా పుష్పములోని బాహ్యచర్మము నుండలి రంగు మార్పున్నూ దీనికి నిదర్శనములు. శుక్రమౌత్సకణము (Spermatogonia) లో ఉత్పరివర్తనము వచ్చిన యెడల అది చాలా సంయోగ బీజములను యిస్తుంది. కాబట్టి సంతానములో పెక్కు ఉత్పరివర్తనాలు రావచ్చును. ఒక జీవిలో కొన్ని దేహకణాల జన్యు

రూపము, మిగతా శరీరకణాల జన్యురూపానికి, భిన్నంగావుంటే దానిని దేహఉత్పరివర్తనము (Somatic mutation) అనవచ్చును. కాన్సర్ వ్యాధి దీనికి ఉదాహరణము. కొన్ని కణధర్మాలలో మార్పులు వచ్చి నియంత్రణ (Control) లేక అది విభజన చెందుతూ పోతుంది. దానివల్ల కాన్సర్ వ్యాధి కలుగుతుంది.

జన్యుశాస్త్ర పరీక్షలనలలో వీర్యకణాలలో ఉత్పత్తి అయిన ఉత్పరివర్తనాలు చాలా ముఖ్యము. ఎందుకంటే అవి ఒక తరంనుంచి ఇంకొక తరానికి సంక్రమిస్తాయి. దేహకణాలలో కలిగే ఉత్పరివర్తనాలకు అనువంశిక ప్రాముఖ్యము లేదు. ఏలననగా, అవి ఆ జీవితోనే అంతరిస్తాయి. ఒక్కొక్కసారి అవి ప్రాణిలో జీవితకాలమంతటా కనిపించనే కనిపించవు.

### సూక్ష్మజీవులలో ఉత్పరివర్తనాలు :

ఒక కల్చర్ (Culture) లో పెంచబడుతున్న బాక్టీరియాకు ఒక బాక్టీరియోఫేజ్ (Bacteriophage) ను కలిపిన, బాక్టీరియాంతో ఉత్పరివర్తనాలు కలగడంవలన అవి బాక్టీరియోఫేజ్ ను నిరోధించగల శక్తిని సంపాదించి మరణించవు. ఈ విధంగా బాక్టీరియాలో ఉత్పరివర్తనాలు గమనించబడినాయి.

### న్యూరోస్పోరాలో జీవరసాయనిక

#### ఉత్పరివర్తకాలు

సాధారణ న్యూరోస్పోరా పెరుగుదలకు ఒకవిధమైన పోషకపదార్థ మాధ్యమము (Medium) అవసరము. వీనిలో ఉత్పరివర్తనములు సంభవిస్తే, ఏర్పడిన ఉత్పరివర్తకాలకు యీపోషక పదార్థమునకు, కొన్ని అధికరసాయనికపదార్థాలు కలిపితే కాని సరిపోదు. బీడిల్, టాటమ్ అనుశాస్త్రజ్ఞులు ఒక సిర్టిప్ట అమినోఆమ్లమునో లేక విటమినునో సాధారణ పోషక పదార్థ మాధ్యమమునకు కలిపితేకాని పెరగని ఉత్పరివర్తకాలను కనుగొన్నారు.

### మానవునిలో ఉత్పరివర్తనాలు

మానవునిలో జన్యువుల ఉత్పరివర్తన పౌనః పున్య (Frequency) రేటును ఉంచనా వేయడం చాల కష్టము. డ్రోసోఫిలా, న్యూరోస్పోరాలో ఉపయోగించే విధానాలు యిచ్చట వీలుకావు. పంశచరిత్రలు (Pedigrees), రికార్డులు, మాత్రమే ఆచారము. లింగసంబంధ అంతర్గత వ్యాధులైన హీమోఫీలియా, వర్ణఅంధత్వము, ఎనిరీడియా (Aniridia) అను కనుపొవ (Iris) కు సంబంధించిన వ్యాధి మొదలైనవి మానవునిలోని ఉత్పరివర్తనాలకు ఉదాహరణ.

### పూర్వ ఉత్పరివర్తనము

(Back or reverse mutation)

ఒక్కొక్కప్పుడు ఉత్పరివర్తనము మార్పు చెంది తిరిగి పూర్వస్థానమును పొందవచ్చును. అంటే "A" అను జన్యువు "a" గా ఉత్పరివర్తనము చెంది, తిరిగి "A" గా మార్పుచెందవచ్చును. ఉదాహరణకు డ్రోసోఫిలాలో కళ్ళరంగు ఎరుపునుండి తెలుపుగా మారి, మరల ఉత్పరివర్తనం చెందడం ద్వారా, ఎరుపురంగు రావచ్చును. అలాగే పురీషాళయము (Colon)లో వుండే సూక్ష్మజీవులు ప్రతిజీవకాలైన స్ట్రెప్టోమైసిన్ (Streptomycin) చేసులభంగా చంపబడతాయి. అయితే కొన్ని ఉత్పరివర్తనాలు స్ట్రెప్టోమైసిన్ కలిగివున్న యానకములో బాగుగా పెరుగుతాయి. ఇంకా చెప్పాలంటే స్ట్రెప్టోమైసిన్ లేని యానకములో ఇవి పెరగలేవు. వీటిలో పూర్వ ఉత్పరివర్తనం కల్గడం ద్వారా ఏర్పడ్డ ఉత్పరివర్తనాలు తిరిగి స్ట్రెప్టోమైసిన్ లేని పోషకపదార్థయానకంలోనే బాగుగా పెరగ గలవు.

### ఉత్పరివర్తనాలలో రకములు

ఉత్పరివర్తనాలను జన్యు ఉత్పరివర్తనాలనీ, క్రోమోజోమ్ ఉత్పరివర్తనాలనీ, రెండు రకములుగా విభజించవచ్చును.

### జన్యు ఉత్పరివర్తనాలు:-

ఇవి క్రోమోజోమ్ లోని ఒక జన్యువునందు ఉత్పరివర్తనం సంభవించడం ద్వారా కలుగుతాయి. వీనిని పాయింట్ (Point) ఉత్పరివర్తనాలని కూడ పిలుస్తారు. జన్యువులో రసాయనిక మార్పు వంటి ఆతి సునిశితమైన మార్పుల ద్వారా యివి కలుగుతాయి. వీటిని నూక్లెయిడ్ లోని ద్వారా పరిశీలించడం కూడ సాధ్యం కాదు. డ్రోసోఫిలాలో కంటి రంగు మార్పుకు, మానవుని ఎనిరీడియా వ్యాధికి జన్యు ఉత్పరివర్తనాలే కారణము.

### క్రోమోజోమ్ ఉత్పరివర్తనాలు

ఒక జీవినిబట్టి క్రోమోజోమ్ ల సంఖ్య, వాటిలో జన్యువుల ఏర్పాటు, ఒక క్రమంలో వుంటాయి. క్రోమోజోమ్ సంఖ్యలో మార్పులు రావడం ద్వారాను, క్రోమోజోమ్ నందున్న జన్యువుల సంఖ్యలో గాని, వాటి ఏర్పాటులోగాని, మార్పులు రావడం ద్వారాను, యీ ఉత్పరివర్తనాలు ఏర్పడతాయి.

### క్రోమోజోమ్ సంఖ్యలో మార్పులు

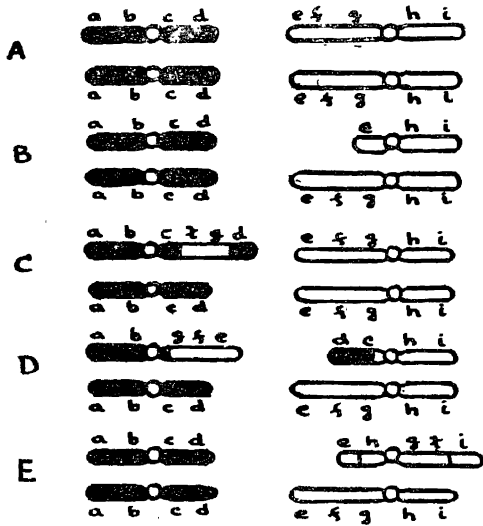
మొత్తం క్రోమోజోమ్ సమూహం (Sets) సంఖ్యలో గానీ, లేదా ఒక క్రోమోజోమ్ సమూహములోని క్రోమోజోమ్ ల సంఖ్యలోగానీ మార్పులు రావడం ద్వారా, యీ ఉత్పరివర్తనాలు కలుగుతాయి. అంటే, సాధారణ క్రోమోజోమ్ ల సమూహం సంఖ్య కన్న ఎక్కువ కావచ్చును; లేక తక్కువ కావచ్చును లేదా ఒక క్రోమోజోమ్ సమూహంలో కొన్ని క్రోమోజోమ్ లను కోల్పోవచ్చును. లేదా అధిక క్రోమోజోమ్ లను పొందవచ్చును.

### క్రోమోజోమ్ లోని జన్యువుల సంఖ్య లేక ఏర్పాటులో మార్పులు

జన్యువుల సంఖ్యలో లోపము (deficiency or deletion), ద్విగుణీకరణము (duplication) అను మార్పులున్నా, ఏర్పాటులో విలోమము (In-



version), ప్రతిస్థాపనము (Translocation) అను, మార్పులున్నూ క్రోమోజోమ్ ఉత్పరివర్తనాలకు ముఖ్య కారణములు. పటము-12లో యీ మార్పులు చూపబడ్డాయి.



పటము - 12

### రోపము:

ఒకటి లేక రెండు జన్యువులు లోపిస్తాయి. పటములో ఒక క్రోమోజోమ్ నందు f, g అనే జన్యువులు లోపించినట్లు చూపబడింది.

### ద్విగుణీకరణము:

ఇందులో ఒకటి లేక రెండు జన్యువులు అధికంగా వుంటాయి. ఈ కారణంగా ఒకజాతి, ఒకే విధమైన జన్యువులను అధికంగా కలిగివుంటుంది, పటము 12లో f, g. జన్యువులు ఎక్కువగా వుండటం చూడవచ్చును.

### విలోమము :

దీనిలో క్రోమోజోమ్ లోని జన్యువుల నిర్మాణ క్రమం తలక్రిందులువుతుంది a, b, c, d, e, f, g, జన్యువులను కలిగి వున్న క్రోమోజోమ్ లోని కొన్ని జన్యువులు 180° లో తలక్రిందులవడంతో ఏర్పడ్డ

క్రోమోజోమ్ జన్యువులను a e d c b f g వరసలో కలిగి వుంటుంది.

### ప్రతిస్థాపనము

రెండు అసమజాతీయ క్రోమోజోమ్ల మధ్య బాగాలు మార్పిడి చెందినప్పుడు రెండు క్రొత్తరకములైన క్రోమోజోమ్లు ఏర్పడతాయి, పూర్వ స్థితిలో క్రోమోజోములు జన్యువులను a b c d e f మరియు g, h, i - j, k, l వరుసగా కలిగివుండగా, క్రొత్తగా ఏర్పడ్డవి జన్యువులను a b c J k l మరియు g h i d e f వరుసక్రమంలో కలిగి వున్నాయి.

### ప్రేరేపిత ఉత్పరివర్తనాలు

(Induced Mutations)

ఉత్పరివర్తనాలను కృత్రిమంగా కలుగజేయవచ్చునని హెచ్.జె.ముల్లర్ 1927లో డ్రోసోఫిలాపై x - కిరణములతో జరిపిన ప్రయోగములద్వారా 1928లో స్పాడ్గర్, బార్లీపై సాగించిన ప్రయోగాల మూలంగానూ తేల్చిచెల్లబడింది.

1946 సంవత్సరంలో అణుశక్తి కనిపెట్టబడి వాడుకలోనికి రావడముతో, దీని ప్రాధాన్యమువైద్య, వ్యవసాయ, జంతుశాస్త్ర రంగాలలో అపారంగా పెరిగింది. x-కిరణాలూ, తత్సంబంధమైన అయొనైజింగ్ రేడియేషన్లు (Ionizing radiations) శక్తి వంతమైన ఉత్పరివర్తనకారకాలు అవడమే దీనికి కారణము. ఈ అధి:శక్తిగల అయొనైజింగ్ రేడియేషన్లు నిర్మాణాత్మకమైన, వినాశాత్మకమైన. పనులకు వాడుటవల్ల మానవుడు వీనికి గురిఅయ్యే అవకాశంవుంది. సూక్ష్మజీవులలోనూ, మొక్కలలోనూ, జంతువులలోనూ చేసిన పరిశోధనల ఫలితంగా ఉత్పరివర్తనాలలో అధి:భాగము హాని కలిగించేవని తెలిసింది. కావున మానవుడు అతి జాగరూకతతో మెలగనిచో. జన్యసంబంధమైన ప్రమాదాలకు లోనయ్యే ప్రమాదం వుంది.

## అధిక శక్తి రేడియేషన్ లోని రకాలు

వీటిని రెండు రకాలుగా వర్గీకరించ వచ్చును. మొదటి రకమైన ఎలక్ట్రో-మాగ్నెటిక్ రేడియేషన్ (Electro - magnetic radiation), తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యము (Wave length) కలిగిన ఎక్కువ శక్తివంతమైన కిరణాలు గలది. ఈ రేడియేషన్ కిరణాబరూపంలో వుంటుంది. కాబట్టి జీవిలోనికి సులభంగా చొచ్చుకొని పోగలదు ఈకారణముచేత ఇది ఎక్కువ హానికరమైనది. ఉదా॥ గామా కిరణములు, x-కిరణములు, అతి నీలలోహిత వికిరణము (Ultra violet radiation). రెండవ రకాన్ని పార్టిక్యులేట్ రేడియేషన్ (Particulate radiation) అంటారు. ఇది అణువులనుండి ఉద్గార మయ్యే ఉపఅణురేణువుల (Sub - atomic particles) రూపంలో వుండి ఎక్కువ శక్తి కలిగి వుంటుంది. అయితే ఇది రేణువుల రూపంలో వుండటం వలన, ఒక ప్రాణిలోనికి ఎక్కువ లోతునకు చొచ్చు

కోనిపోలేదు. ఉదాహరణ: అల్ఫా కిరణాలు, బీటా కిరణాలు, న్యూట్రానులు.

వీటికి వివిధ ప్రాణులను గురిచేసి ప్రయోగములు జరుపగా పైవన్నియు ఉత్పరివర్తనకారకాలని వ్యక్తమైనది x-కిరణాలతో పూర్వ పైమీద చేసిన పరిశోధనలను గూర్చి యిప్పుడు తెలుసుకుందాము.

## x-కిరణాలతో ప్రయోగాలు :

ముర్తిరు ఆను పరిశోధకుడు డ్రోసోఫిలాలో మగ వాటిని x - కిరణాలకు లోనుచేసి, వాటి సంతానములో 1448 X క్రోమోజోమ్ లను. లింగ సంబంధ ప్రాణపాయ (Sex-linked lethals), పాక్షిక ప్రాణపాయ (Semi lethals) ఉత్పరివర్తనాలకునూ, కనిపించే (Visible) ఉత్పరివర్తనాలకునూ పరీక్షించగా, 154 లింగసంబంధ ప్రాణపాయ, పాక్షిక ప్రాణపాయ ఉత్పరివర్తనాలను గమనించినాడు (చూ. పట్టిక-8).

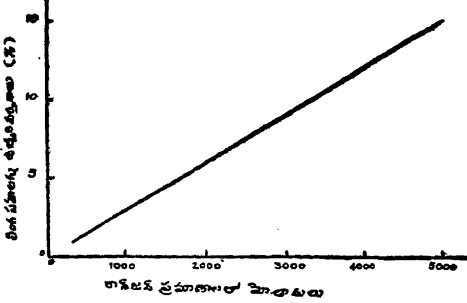
పట్టిక-8

x-కిరణాలతో డ్రోసోఫిలాలో వచ్చిన ప్రేరేపిత ఉత్పరివర్తనాలు ( $t_4$ మోతాదు $t_2$ మోతాదుకు రెండురెట్లు)				
ప్రయోగము	పరీక్షించిన క్రోమోజోమ్ల సంఖ్య	కనిపించిన ఉత్పరివర్తనాలు		
		ప్రాణపాయ మైనవి	పాక్షిక ప్రాణపాయ మైనవి	అగుపించేవి (Visible)
క్లబ్బోల్ (నియంత్రణ)	198	0	0	0
x-కిరణాలు ( $t_2$ )	676	49	4	1
x-కిరణాలు ( $t_4$ )	772	89	12	8

ఆలివర్ టిమోఫీఫ్- రెస్కోవ్స్కీ మొదలైన వారు ప్రేరేపితమైన (Induced) జన్యు ఉత్పరివర్తనాలకు, వివిధ x-కిరణాల పరిమాణాలకు గల సంబంధముపై పరిశోధనలు సల్పి, ఉత్పరివర్తనాల పౌనఃపున్యము, x-కిరణాల పరిమాణా

లకు అనులోమానుపాతం (Directly proportional)గా వుంటుందని కనుగొన్నారు. x-కిరణాలను R ప్రమాణాలలో తెలుపుతారు. x-కిరణాల పరిమాణాలకు, లింగ సంబంధ ఉత్పరివర్తనాలకు గల సంబంధం పటము -18లో చూపబడింది.

ఒక X-కిరణాల పరిమాణాన్ని శక్తివంతమైన X-కిరణాలమూలాని (Source)కి దగ్గరగా పెట్టి



పటము - 18

కొన్ని నెకనులు, లేక కొన్ని నిమిషాలలో యిచ్చినప్పటికీ, లేదా అదే పరిమాణాన్ని కొన్ని రోజులలోను లేక వారాలలోను లేదా సంవత్సరాల పాటున తక్కువ రేడియేషన్ తీవ్రతలో యిచ్చినప్పటికీ ఉత్పరివర్తనాల పౌనఃపున్యముతో మార్పురా లేదు. దీనినిబట్టి జన్య ఉత్పరివర్తనాలు, యివ్వబడిన మోతాదు ఒక్కటే అయినప్పుడు, కాలముపైనను రేడియేషన్ తీవ్రతపైనను ఆధారపడవని విశదమవుతున్నది.

**జన్య ఉత్పరివర్తనాలకు గల కారణాలు:**

జన్య ఉత్పరివర్తనము ఎలా ప్రేరేపింపబడుతుంది అనే దానిపై అనేక ఊహగానాలు చేయబడ్డాయి. డి. మో. ఫీఫ్ - రెసోవ్స్కి, జిమ్మెర్ బ్రాక్ (1985), బి (1988), టార్గెట్ సిద్ధాంతాన్ని (Target theory) ప్రతిపాదించారు. ఈ ఉత్పరివర్తనకారకాలు కణములో అయ్యెనైజింగ్ రేడియేషన్లను ఉత్పత్తి చేస్తాయనీ, అవి సునిశితమైన జన్యపుపై దెబ్బ (hit) తీయడంతో ఆ జన్యపులో మార్పులు కలుగుతాయని ఊహించినారు. మరొక సిద్ధాంతం ప్రకారము, జన్యపులో ఎడిసిన్, ఫ్రేమిన్, సైటోసిన్, గుయానిన్ మొదలైన రసాయనిక పదార్థాలు ఒక నిర్దిష్టక్రమంలో అమర్చబడివుంటాయనీ, యీ కారకాలు వాటి నిర్మాణ

క్రమంలో మార్పులు తేవడంద్వారా ఉత్పరివర్తనాలు కలుగుతాయనీ వివరించినారు.

**రసాయనిక పదార్థాలు-ఉత్పరివర్తనాలు**

రసాయనిక పదార్థాలను మన దైనందిన జీవితంలో అనేక విధాలుగా ఉపయోగిస్తుంటాము. పరిశోధనలద్వారా యివి సూక్ష్మజీవులలోను, మొక్కలలోను, జంతువులలోను ఉత్పరివర్తనాలను ప్రేరేపిస్తాయని తెలిసింది. తోమ్, స్టీన్ బర్గ్ అను శాస్త్రజ్ఞులు రసాయనిక పదార్థాలద్వారా ఉత్పరివర్తనాలను కలిగించవచ్చునని ఏస్పర్జిల్లిస్ (Aspergillus) లో నైట్రస్ ఆక్సైడ్ తో చేసిన ప్రయోగాల ద్వారా కనుగొన్నారు. మొట్టమొదట ప్రశస్తమైన పరిశోధనలు చేసినవారు ఆర్ బిక్, రాబిన్స్ లు. వీరు డ్రోసోఫిలాలో జన్య క్రోమోజోమ్ ఉత్పరివర్తనాలను మస్టర్డ్ నాయువు కలుగజేస్తుందని కనుగొన్నారు. తర్వాత మస్టర్డ్ సంయోగపదార్థాలు (Compounds) న్యూరోస్పోరా, బాక్టీరియాలో కూడా ఉత్పరివర్తనాలను కలుగజేస్తాయని తెలిసినది. ఇథైల్, యూరిథేన్, ఫినాల్, పార్మాల్డిహైడ్, నైట్రస్ ఆమ్లము, ఆల్కలైటింగ్ కారకాలైన ఇ. యమ్. ఎన్ (E.M.S), టి. ఇ. యమ్ (T.E.M), యమ్. యమ్. ఎన్ (M. M. S.) ఉత్పరివర్తనాలను కలుగజేస్తాయని వెల్లడైనది. ఇవి పనిచేసే విధానము యింకా సరిగా తెలలేదు. డి. ఎన్. ఎ. (D. N. A.) తయారీలో ఆటంకం కలిగించడం ద్వారాగానీ, లేక దానితో రసాయనిక చర్య జరపడం ద్వారాగానీ, లేక దాని నిర్మాణక్రమములో మార్పులు తేవడం ద్వారాగానీ ఉత్పరివర్తనాలను కలగజేయవచ్చు

**రేడియో ఐసోటోపులు-ఉత్పరివర్తనాలు (Radioisotopes and Mutations)**

అణ్వస్థ్ర పరిశోధనలకు జరిపే ప్రేలుడు, ఎలన స్ట్రాన్షియమ్-90 (Strantium-90) వంటి అనేక

హానికరమైన రేడియో ఐసోటోపులు వాతావరణం లోనికి వదలబడుతున్నాయి. భాస్వరము-32, ఆయోడిన్-81 వంటి రేడియో ఐసోటోపులను వైద్యరంగంలో వ్యాధుల నిర్ణయానికి, చికిత్సకూ, ఉపయోగిస్తున్నారు. కావున మానవుడు ప్రత్యక్షంగానో పరోక్షంగానో యీ ఐసోటోపులకు గురి అవుతున్నాడు. ఇవి మానవునిలో ఉత్పరివర్తనాలను కలుగజేస్తాయో లేదో అనే విచికిత్స శాస్త్రజ్ఞులలో

కలిగింది. సూక్ష్మజీవులు, ద్రోసోఫిలా, చిద్దెలుకలు మొదలైన వాటిపై చేసిన ప్రయోగాలద్వారా యివి ఉత్పరివర్తనాలను ప్రేరేపిస్తాయని వెల్లడిఅయినది. మానవుల్లో కూడా యీ అవకాశం వుంది కనుక రేడియో ఐసోటోపులను అతి జాగ్రత్తగా, అత్యవసరమైనపుడే వాడవలెను అణ్వస్త్ర పరిశోధనలను కూడా తరచుగా చేయడం అనర్థదాయకము.

డా॥ పి. పార్థసాధనరెడ్డి

## 106. జన్యువు స్వభావము

తల్లిదండ్రులనుంచి వారి సంతతికి సంక్రమించే లక్షణాలను నిర్ణయించే ప్రమాణాలు క్రోమోజోము నందు ఒక నిర్దిష్టక్రమంలో అమరివున్న జన్యువులని మనము తెలిసికొన్నాము. ఇవి ప్రాణి యొక్క దృశ్యరూపకముపై కూడా ప్రభావాన్ని కల్గివుంటాయని కూడా చదివి యున్నాము. ఈ జన్యువులే ప్రాణియొక్క పెరుగుదలపైనను, వివిధ జీవక్రియల పైనను కూడా తమ ప్రభావాన్ని కల్గి వుంటాయి.

ఇటీవలికాలంలో శాస్త్రజ్ఞులు పరిశోధనలు చేసి జన్యు స్వభావమును, వివిధ జన్యు చర్యలను గూర్చి తెలుసుకోగల్గినారు. జన్యుచర్యలను తెలుసుకొనేముందు జన్యువుయొక్క భౌతిక, రసాయనిక స్వరూపాన్ని గూర్చి ముచ్చటించుకొందాము.

### జన్యువు యొక్క భౌతిక స్వరూపము (Physical Nature of gene)

జన్యువులు క్రోమోజోము నందలి భాగములని కనుగొన్న వెంటనే వాటి పరిమాణమునూ, ఒక క్రోమోజోమ్ నందు వుండే జన్యువుల సంఖ్యనూ తెలిసికోవడానికి ప్రయత్నాలు జరిగాయి. ద్రోసోఫిలా మెలనోగాస్టర్ లాలాజలగ్రంథి X క్రోమో

సోమ్లోని పట్టీ (Bands)లను అంచనా వెయ్యడం ద్వారా, ఒక్కొక్క పట్టీ ఒక్కొక్క జన్యువును సూచిస్తుందనీ, దానిలో 100 పట్టీలు వుండటం వలన 1000 జన్యువులు వుండవచ్చునని, పూహించినారు. అయితే పట్టీలోని ఏ భాగము జన్యువు అనేది యింకా నిర్ణయంకాలేదు క్రోమోజోమ్లు జన్యువులను మాత్రమే కలిగివుంటాయనేది నిజం కాదనీ, వేరే పదార్థాలను కూడా కల్గివుంటాయనీ తెలిసింది. ఇప్పటివరకు కూడా జన్యువుయొక్క భౌతిక స్వరూపము పూర్తిగా తెలియదు. ఈ విషయములో యింకా పరిశోధనలు సాగించవలసిన అవసరం వున్నది.

### జన్యువు యొక్క రసాయనిక స్వరూపము: (Chemical Nature of gene)

కేవల మొదలైన ప్రాణులలోని శుక్రకణాలపై జరిపిన ప్రయోగాల వల్ల క్రోమోజోమ్ల రసాయనిక స్వరూపం తెలుసుకొనబడింది. ఫాయిల్జన్ (Feulgen) అభిరంజన సాంకేతిక పద్ధతి (Staining technique) ద్వారా జీవ రసాయనిక శాస్త్ర వేత్తలు క్రోమోజోమ్ నందు డీఆక్సి. రైబోస్ న్యూక్లికామ్లము (Deoxyribose Nucleic Acid

లేక D. N. A) తప్పనిసరిగా వుండటం గమనించినారు. ఇవే కాక క్రోమోజోములందు హిస్టోన్లు, ప్రొటీన్లు అనే మాంసకృత్తులు కూడా వున్నట్లు కనుగొన్నారు. అయితే ఆను పంశికతకు మాంసకృత్తులా, లేక D. N. A. యా ఏది ప్రధానపాత్రవహిస్తుంది అనేది ఇందలి ముఖ్యంశము. జీవకణ కేంద్రక ధర్మముల (Properties of Nucleus) వల్లనూ, ప్రైడరిక్ గ్రీఫిత్, ఓ. జి ఎవెరి, సి. యమ్. మాక్ లియడ్ అను శాస్త్రజ్ఞులు న్యూమోకోకస్ (Pneumococcus) మొదలైన బాక్టీరియాలో చేసిన పరివర్తన (Transformation) ప్రయోగముల ద్వారాను, D. N. A. జన్యుసంబంధ పదార్థమని వెల్లడైనది. రేడియోధార్మిక శక్తిగల రేడియో (Radio-active Tracers) ను వైరస్ (Virus) లో వుపయోగించడం ద్వారా ఎ. హెర్షే, ఎమ్. చేస్ (1952) లు D. N. A, కీలకమైన జన్యు పాత్రను గల్గివుంటుందని ప్రదర్శించినారు.

D. N. A యందు జన్యువుకు కావలసిన ధర్మాలు వుండటం బట్టి జన్యువులు D. N. A. తో కూర్చబడినవని విశదమైనది.

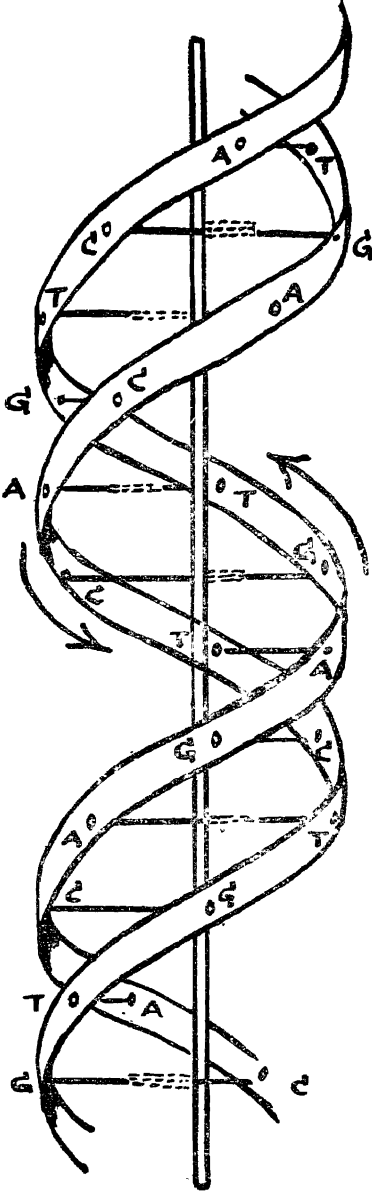
**న్యూక్లికామ్లుములు (Nucleic acids)**

వివిధ కణ పదార్థములను విశ్లేషించి (Analyse) చూడగా ప్రతికణములో డీఆక్సీరైబోస్ న్యూక్లికామ్లుము (D. N. A.) రైబోస్ న్యూక్లికామ్లుము (R. N. A.) అనే రెండు న్యూక్లికామ్లుము లున్నట్లు వెల్లడైనది. D. N. A క్రోమోజోమ్లందు ఎక్కువగాను, క్లోరోప్లాస్టిడ్లు (Chloroplastids) మైటోకాండ్రియా (Mitochondria) లోకొద్దిగాను వున్నట్లు తెలిసినది. జీవద్రవ్యమందును, కేంద్రకబిందువు (Nucleolus) నందును ఎక్కువగాను, క్రోమోజోమ్లందు కొద్దిగానూ R. N. A. వున్నట్లు తెలియి. క్రోమోజోములందు D. N. A.

ఎక్కువగా వుంటుంది కాబట్టి, ఇది జనునంశికతకు ప్రధానమైనదని ఊహించకల్గిరి, ప్రోటీనుల సంయోజన (Synthesis) లో R. N. A అత్యంత ప్రధాన పాత్ర వహిస్తున్నది. అంతేకాక D. N. A, లేని కొన్ని వైరస్, బాక్టీరియల్ వైరస్లలో R. N. A. జన్యుపాత్రను గల్గి వుంటుందని కూడ వెల్లడైనది జీవరసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు R. N. A. D. N. A ల రసాయనిక నిర్మాణాలను విశదీకరించినారు 5 కర్బన అణువులు గల్గిన డీ ఆక్సీరైబోస్ చక్కెర. పాస్ఫారిక్ ఆమ్లము, పిరిమిడిన్, ప్యూరిన్ అనే నత్రజని సంయోగజ్ఞరాలు (Nitrogen bases) D. N. A. లో ఉన్నవి. R. N. A. కూడా రసాయనిక నిర్మాణంలో D. N. A. ను పోలివుంటుంది. అయితే ఇందు, డీఆక్సీరైబోస్ చక్కెరకు బదులుగా ఆక్సీరైబోస్ చక్కెర వుంటుంది. ఎడినిన్ (Adenine), గ్వానైన్ (Guanine) అనేవి ప్యూరిన్లు. సైటోసిన్ (Cytosine), థైమిన్ (Thymine) యురాసిల్ (Uracil) అనేవి పిరిమిడిన్లు (Pyrimidines). D. N. A., R. N. A ల అణుభారము (Molecular weight) కణంలో వుండే మిగతా పదార్థాలన్నింటికన్న అత్యధికమైనది. D. N. A. అణుభారము R. N. A. అణుభారముకన్న చాలాఎక్కువ. క్రోమోజోములో మాంసకృత్తులు చక్కెరలు, పాస్ఫారిక్ ఆమ్లము, ప్యూరిన్లు, పిరిమిడిన్లు అనే నత్రజని సంయోగజ్ఞరాలు వున్నట్లు తెలిసినది. ఈ రసాయనిక పదార్థాలు చేరి చిన్న న్యూక్లియోటైడ్ (Nucleotide) లుగా ఏర్పడతాయని-వీటి సముదాయాల వల్ల D. N. A. అణువులు (Molecule) నిర్మింపబడతాయనీ, విశదమైనది.

**చాప్మన్-క్రిక్ ల DNA నమూనా:**

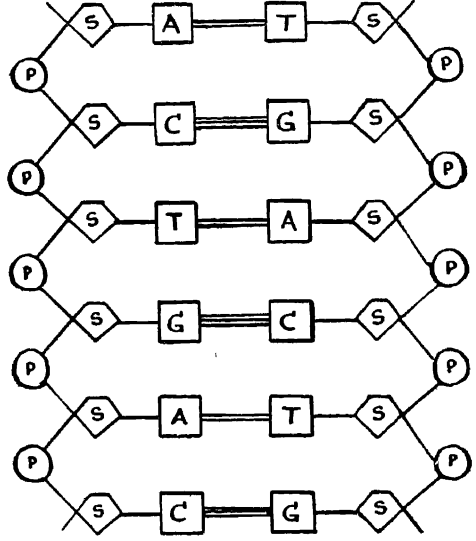
1944లో ఎవేరి అనే పండితుడు DNA జన్యు సంబంధమైన పదార్థమని వెల్లడించిన వెంటనే,



పటము - 14

DNA రసాయనిక నిర్మాణాన్ని తెలిసికోవడానికి ప్రయత్నాలు జరిగినాయి. 1953 లో వాట్సన్, క్రిక్ ఆను శాస్త్రజ్ఞులు ఆతిక్లిష్టమైన DNA అణు రచనను, ఒక నమూనా (Model) ద్వారా ప్రతిపాదించినారు.

దీనినే వాట్సన్ క్రిక్ నమూనా అంటారు. X-కిరణాల డిఫ్రాక్షన్ (Diffraction) చిత్రాల ద్వారా ఈ నమూనా నిర్మింపబడింది.



పటము - 15

దీని ప్రకారము DNA ఏకాంతరముగా అమర్చబడి వున్న ఫాస్ఫేట్ (Phosphate), డి ఆక్సిరైబోస్ అణువులతో, నత్రజని సంయోగ ఖారాలైన పురాంగములతో కూడిన వెన్నెముకను గల్గి వుంటుంది. D.N.A. అణువులో యిలాంటి రెండు వెన్నెముకలు నత్రజని సంయోగ ఖారాల నడుమగల హైడ్రోజన్ బంధనము (Hydrogen bond)ల ద్వారా కలపబడి వుంటాయి (పటము-15) DNA అణువు సర్పిలాకారము (helical) లో వున్న రెండు పొగులతో ఏర్పడి వుంటుందని (పటము - 14), యిందులోని వెన్నెముక, సంయోగ ఖారాలు నిర్ణీత స్థలాల్లో అమర్చబడి వుంటాయనీ, వాట్సన్, క్రిక్ లు విశదము చేసినారు. ఒక వెన్నెముక మీది పిరమిడిన్ వేరొక వెన్నెముక మీది ఫ్యూరిన్ తో మాత్రమే హైడ్రోజన్ బంధనములతో కలపబడి వుండటం గమనించినారు. థైమిన్

ఎడివిన్ తోను, సైబోసీన్ గుయానిన్ తోను బంధము కల్గి వుండటం స్పష్టం చేసినారు. అయితే ఎడినిన్, థైమిన్ రెండు హైడ్రోజన్ బంధనముల తో కలపబడి వుండగా సైబోసీన్, గుయానిన్ మూడు హైడ్రోజన్ బంధనములతో కలపబడి వుండటం చూసినారు. వాట్సన్ క్రిక్ ల కృషికి 1962 లో నోబెల్ బహుమానం లభించింది.

ఈ నమూనాను బట్టి, మూలిక జన్యుక్రియ (Fundamental Genetic Functions) లైన ప్రతికృతి (Replication) కి, ఉత్పరివర్తన (mutation) కూ, జన్యు సంబంధమైన పదార్థము లేర్పడుటకూ గల యాంత్రిక స్వరూపమును శాస్త్రజ్ఞులు వూహించగల్గిరి.

డాక్టరు. పి. పార్థసందన రెడ్డి

## 107. జన్యుశాస్త్రము - అనుప్రయోగాలు

(Genetics and Its Applications)

సిద్ధాంతరీత్యా జన్యుశాస్త్రము ప్రాముఖ్యము గడించినంత మాత్రాన సరిపోదు. సిద్ధాంతాలసారం ప్రాణుల జీవిత గమనాన్ని మార్చగలుగుతూ, ఆభిలషణీయమైన పరిణామాలను తీసుకొనిరాగల శక్తిని, ప్రదర్శించి నప్పుడే దాని సార్థకత. ఈ దృష్టితో పరిశీలించి నపుడు ఆనువంశికతా సూత్రాలు ప్రాణులకు వొనగూర్చిన ప్రయోజనాలు, అత్యంత ప్రధానములైనవి. పశుప్రసావకుల (Animal Breeders)కు మొక్కల(ఉద్భిజ్ఞాల) ప్రసావకుల (Plant Breeders) కు, ఆనువంశిక సూత్రాలను గురించిన పరిజ్ఞానము వుండే వాసిలోను, రాసిలోను, మిన్న అయిన పశుగణాన్ని మొక్కలను వృద్ధి పొందించడానికి జన్యుశాస్త్రము ఎంతో సహాయ పడుతుంది. వైద్యరంగంలో కూడా జన్యు శాస్త్రపరిజ్ఞానము ఎంతో ప్రాధాన్యము పొందుతున్నది. మానవజాతిని పట్టి పీడించే అనేక వ్యాధులను, ఆనువంశిక సూత్రాలను అనువర్తింప (Apply) చేయడం ద్వారా అరికట్ట వచ్చును.

జంతు ప్రసావము (Animal Breeding)

ఇంతకు పూర్వము ఎప్పుడూ లేని కొన్ని అద్భుతమైన క్రొత్త జంతుజాతులు నేడు కన్పించడానికి కారణం ఆనువంశిక సూత్రాలను వివిధ ప్రాణుల పట్ల అనువర్తింప జేయడమే. మానవుడు అనాదిగా వివిధ అవస్థలకు జంతువులపై ఆధార పడుతూ వచ్చాడు. ఇందుకోసము మేలురకమైన జంతువుల్ని తయారు చేసుకోవలసిన అవసరం ఏర్పడింది. జంతుప్రసావనము ద్వారా దీనిని మానవుడు సాధించుకో గలిగాడు.

మానవునికి జంతువులు ఆహారాన్ని యివ్వడమే కాక, వ్యవసాయ రంగంలో ఎక్కువగా తోడ్పడుతున్నాయి. అందుచేత నేడు ఆయా ప్రాంతాలకు అనువుగా వుండే జంతువులను మానవుడు వృద్ధి చేసుకుంటున్నాడు. ఉదాహరణకు ఇటలీలోని "వియానినా" జాతి పశువును ఆ దేశపు వ్యవసాయ దారులకు ఎక్కువ మాంసాన్ని యిచ్చేటట్లుగాను, ఉష్ణ వాతావరణంలో వ్యవసాయానికి పనికివచ్చేటట్లు

గాను చేస్తున్నారు. వన్యమృగాలనుండి మనం ఉన్ని (Fur) పొందుతున్నాము. ఉన్ని పుత్పత్తి చెయ్యి దానికి కూడా జంతు ప్రసావన పద్ధతులు ఎక్కువ తోడ్పడుతున్నాయి. కొన్ని దేశాలలో పంది మాంసము ముఖ్యహారము. క్రొవ్వ ఎక్కువ గావున్న పండులను పూర్వకాలమున వాడేవారు. కాని ఇప్పుడు క్రొవ్వ శాతము తక్కువ వున్న వాటిని ప్రజలు కోరుతున్నందువలన అలాంటి రకాలను రు పొందించుకొంటున్నారు.

మంచి రకపు జంతువులను ప్రసావనము చెయ్యి దానికి అచరించవలసిన విధానమునకై కొన్ని మంచి జంతువులను ఎన్నిక చేసుకొని వాటిని వృద్ధి నొందించు కొనవలెను. మంచి జన్యగుణములు (Genetic Qualities) గల రకములను ఎన్నుకొనడంపై ప్రసావకుని విజయము ఆధారపడి వుంటుంది. అంటే, మంచి ఆకారసౌష్ఠ్యము, మంచి వంశచరిత్రను కలిగిన వాటిని ఎన్నుకొనవలెను.

రోగములను నిరోధించుకొనగల రకములను ఎన్నుకొనుట కూడా ఎంతో అవసరము. కోళ్ళ పెంపకములో యిది ఎంతో లాభదాయకమైనది.

**మొక్కల ప్రసావనము (Plant Breeding)**

ఆహారపు పంటల (Food Crops) లో కూడ మేలురకములైన పంటలు పండింపబడటానికి యీ మూలసూత్రాల ప్రభావమే కారణమని వేరుగా చెప్పనక్కర్లేదు. ఈ సూత్రాలతో సంబంధం లేకుండా వ్యవసాయం సాగించే ప్రపంచములోని కొన్ని దేశాలు తక్కువ దిగుబడితో, చాలీచాలని పంటలతో అనేక సమస్యలను ఎదుర్కొంటున్న విషయం అందరికీ తెలిసినదే.

వివిధ పరిస్థితులలో, వాతావరణములలో అత్యంత శక్తివంతంగా పెరిగేటటువంటియు, తెగుళ్ళ (Pests) ను, పరాన్న జీవుల (Parasites) ను నిరోధించే శక్తిగలవియునగు అనేక అపూర్వమైన

మేలురకాలను యీనాడు సృష్టించినారు. గోధుమ పంటకు సాధారణంగా ఒక శిలీంధ్రము (Fungus) వలన, తెగులు వస్తుంది. అది మొక్కల కాండము నకు, ఆకులకు వ్యాపించి పండేటటువంటి గింజకు హాని చేస్తుంది. వీటి సిద్ధబీజములు (Spores), గోధుమ పొలమంతా వ్యాపించి పంటను మొత్తము నాశనం చేస్తాయి. ఈనాడు వ్యాధినిరోధక రకాలను కనిపెట్టడంతో గోధుమ ఫలసాయం హెచ్చుగా పెరిగింది.

వేరు వేరు రకాలలో వున్న మంచి ఉపలక్షణాలు (Traits) ఒకే రకములోనికి ప్రసావనము ద్వారా వచ్చునట్లు చేయవచ్చును ఉదాహరణకు ఆమెరికాలో బార్లీలో రెండు రకములు పెంచబడేవి. ఒక రకానికి తెగులునిరోధక శక్తి వుండేది. అయితే దీనిలో గింజకు పొట్టు వుండటంచేత తక్కువ ఫలసాయం వచ్చేది. ఇంకొక రకానికి పొట్టు వుండకపోవడం చేత ఫలసాయం అధికంగా వుండేది. కాని, దానికి తెగులును నిరోధించే శక్తిలేదు. ఈ రెండు రకాలను ప్రసావనము చేయడంద్వారా వీటి జనకులలో నున్న రెండు లక్షణాలు దీనికి సంక్రమించాయి. అంటే తెగులుకు ఎక్కువ నిరోధక శక్తి కలిగి నట్టియు, గింజకు పొట్టు లేనటువంటియు రకము వచ్చిందన్న మాట.

వరిపంటలో కూడా కొన్ని విప్లవాత్మకమైన మార్పులు సాధించారు. వరిమొక్కల కాండము పొడవుగా వుండి ఉధృతమైన గాడ్పులకు గురి అయినప్పుడు, మొక్కలు నేంకు వారిగిపోయేవి. దీనితో పంటకు అపారనష్టం కలిగేది. వరి, పంటకు రావడానికి పట్టే కాలం కూడా ఎక్కువగా వుండేది. దాని ఆహారపు విలువ కూడా స్వల్ప ప్రమాణంలో వుండేది. ఈనాడు జన్యశాస్త్రముల సూత్రాలను వుపయోగించడం ద్వారా గాడ్పులకు తట్టుకొని, తక్కువ కాలంలో అధికదిగుబడి నిచ్చు



ఆహారపు విలువ కలిగిన మరుగుజ్జురకాలు అభివృద్ధిలోనికి లేబడినాయి.

### మానవుడు - జన్యశాస్త్రము

మానవుల్లో అనేక వ్యాధులు వంశపారంపర్యంగా సంక్రమిస్తూ వుంటాయి, ఉదాహరణకు హిమోఫీలియా (Hemophileia), వర్ణ అంధత్వము (Colour Blindness), ఎనిరీడియా (Aniridia), రెటినో బ్లాస్టోమా (Retino Blastoma) మొదలైనవి. ఒకరి వంశచరిత్ర (Pedigree) ను పరిశీలించడంద్వారా ఆ వంశంలో ఆనువంశికంగా ఒక వ్యాధి వస్తుందని తెలుసుకొన్నప్పుడు తగిన జాగ్రత్తలు తీసుకొన్నట్లయితే, ఆ వ్యాధిని అంతటితో నివారించడానికి అవకాశంవుంది. కొన్ని వ్యాధుల విషయంలో అధిక వ్యయంతో కూడిన లేబరేటరీ పరీక్షలు చేయడం కంటే, వంశచరిత్రలను తెలుసుకోవడంద్వారా శీఘ్రంగాను, కచ్చితంగాను రోగనిర్ణయం చేయవచ్చును. జన్యశాస్త్రపరిజ్ఞానాన్ని వుపయోగించుకోవడం ద్వారా రోగనిర్ణయం విషయంలో జరిగే అనేక పెద్ద పొరపాట్లను నివారించడానికి ఎంతో అవకాశంవుంది. ఒక రోగగ్రస్తుడైన బాలుని వైద్యుని దగ్గరకు తీసుకోనిపోగా వ్యాధిలక్షణాలను బట్టి హైపోథైరాయిడిజమ్ (Hypothyroidism) అనే వ్యాధిగా నిర్ణయించి చికిత్స ప్రారంభించినాడు. అది తగ్గకపోగా అధిక మవడంతో, మరొక వైద్యునికి చూపించడం జరిగింది. ఆ వైద్యునికి జన్యశాస్త్రంతో పరిచయం వుండటంవల్ల ఆ వంశచరిత్రను పరీక్షించి ఆలాంటి లక్షణాలుగల వ్యాధి తల్లిదండ్రులలో ఒకరికీ, బంధువులలో కొందరికీ వుండటం గమనించినాడు. దీని ఆధారంగా యిది ఎక్టోడెర్మల్ డిస్ ప్లేసియా (Ectodermal Dysplasia) అనే అనువంశిక వ్యాధి అని కచ్చితంగా నిర్ణయించినాడు. అంతే కాకుండా జన్యశాస్త్రం వైద్యరంగంలో వ్యాధినివారణకుకూడా

తోడ్పడుతుంది. అంటే, అనేక విషయాలలో వ్యాధిలక్షణాలను గానీ, అసహజమైన శరీరావయవ నిర్మాణాన్ని గూర్చి గానీ, లేక మరే యితరమైన లోపాలను గానీ ముందే తెలుసుకున్నచో వాటికి సాధ్యమైనంత వరకు నివారణోపాయాలను వెతకవచ్చును.

శరీరలక్షణాలలో ఏదో కొంత లోపం వున్న తల్లిదండ్రులు వారికి పుట్టబోయే బిడ్డలకు అదే లోపం సంప్రాప్తమవుతుందా అని ఆందోళన చెందుతారు. అలాగే కొంతమంది తల్లిదండ్రులు తమకున్న తియ్యని కంఠస్వరం లేదా గణితంలోని ప్రజ్ఞ, లేదా అందమైన ముఖకవళికలు, తమ సంతతికి కూడా సంప్రాప్తమౌతాయా అని తెలుసుకోవాలని వుత్కుంతలను చూపిస్తారు. జన్యశాస్త్రము, పై ప్రశ్నలకు సహేతుకంగా సమాధానం చెప్పగలదు. అనువంశికత యొక్క యంత్రాంగముతో బాగా పరిచయము వుండి వంశచరిత్రను ఖచ్చితంగా పరిశీలించి, అదేరకమైన యితర వంశచరిత్రలలోని అనువంశికతలోని వివరాలతో, సమన్వయించి కూలంకషంగా తెలుసుకున్నప్పుడు యిది సాధ్యమవుతుంది. నేడు న్యాయస్థానాలలో కూడా అనువంశికతా సూత్రాల అవసరం కనబడుతోంది. ఒక బిడ్డ యొక్క తల్లిదండ్రులెవరో అనే సమస్యను రక్తపరీక్ష జరిపడం ద్వారాను వారి అనువంశిక లక్షణాలను విశ్లేషించడం ద్వారాను పరిష్కరించవచ్చును. విడాకులు, బిడ్డల సంరక్షణ, ఎస్టేటు వారసత్వము, అక్రమ సంతానము మొదలైన న్యాయసంబంధమైన సమస్యల పరిష్కారానికి, న్యాయస్థానాలు జన్యశాస్త్రంపై ఆధారపడతాయి.

జన్యశాస్త్రంలో ‘సౌజాత్యశాస్త్రము’ (Eugenics) అనే మరొక శాఖకూడా వుంది. అనువంశిక సూత్రాలను వుపయోగించడంద్వారా మానవ జాతిని వృద్ధిపరచడమే దీనిపని. అనువంశిక

సూత్రాలను అనుప్రయోగం చేయడం ద్వారా, పెంపుడు జంతువులలో విశిష్టలక్షణాల గల వాటిని పొందడం సాధ్యమైంది. కాని, యిదే విధానము మనుష్యులకు వర్తింప చేయడం సాధ్యంకాదు. అయితే మనుష్యుల నైతిక ప్రవర్తనను నైతికశాసనాన్ని పుల్లంఘించకుండానే, కొంతమేరకు ఆనువంశిక సూత్రాలను మనుష్యులలో అనుప్రయోగం

చేయడం (Application) ద్వారా నాగరికజాతులు పతనమైపోవడాన్ని అరికట్ట వచ్చును. ఈ విధంగా జన్మశాస్త్ర అధ్యయనము కేవలం పుత్సాహజనకంగా వుండడమే కాకుండా మానవజాతికి ప్రయోజనాత్మకంగా కూడా వుంది.

అచార్య ఓ. ఎన్. రెడ్డి

# VIII

## వైద్య శాస్త్రము (Medicine)

### 108. ప్రథమ చికిత్స

#### నిర్వచనము

చేతికి అందుబాటులో ఉన్న పరికరాలతో, ఔషధాంశో (డాక్టర్ వచ్చి సరైన చికిత్స ఇచ్చేలోగా) అనారోగ్యస్థితిలో ఉన్న మనిషికి మనంచేసే చికిత్సనే ప్రథమ చికిత్స అంటాము.

పరిశ్రమలలోను, మోటారు వాహనాల వల్లనూ సాధారణంగా జరిగే ప్రమాదాల కారణంగా, వృత్తి రీత్యా ఏమైనప్పటికీ వైద్యం గురించి, ముఖ్యంగా ప్రథమ చికిత్సను గురించి, ప్రతిమనిషికి తెలుసుకోవలసిన అవసరం ఎంతైనా ఉంది. సమయస్ఫూర్తి, చురుకుదనం కలవారికి ప్రథమ చికిత్స తెలియడం వల్ల చాలా ఉపయోగాలున్నాయి. ప్రథమచికిత్స ఉపయోగాలు:-

1. బాధ తగ్గుట.

2. రోగి పరిస్థితి దిగజారి పోకుండాను, విషమ పరిస్థితి లోకి రాకుండానూ ఆపుట.

3. రోగి త్వరగా కోలుకొనగలుగునను ఉత్సాహ మిచ్చుట.

#### ప్రథమ చికిత్స ఎంతవరకు?

దెబ్బలు తగిలినప్పుడు, హఠాత్తుగా ఏదైనా అనారోగ్యము చేసినప్పుడు, లేక ఇంతకు ముందు ఉన్న అనారోగ్యము విషమ పరిస్థితికి వచ్చినప్పుడు, తినే పదార్థాల్లో విషము కలిసినప్పుడు మొదలగు పరిస్థితుల్లో డాక్టరు వచ్చేలోగా మనం చెయ్యగలిగిన

చికిత్స పస్తు ఎయిడ్.

పద్ధతులు :-

ఈ క్రింది పద్ధతుల్లో ప్రథమ చికిత్సను వివరించవచ్చు.

1. గాయపడిన వారికి చికిత్స.

2. రోగము తీవ్రమైన అత్యవసర పరిస్థితులలో చేసే చికిత్స.

3. ఆహారంలో విషము కలిసినప్పుడు, నీళ్ళలో మునిగి పోయినప్పుడు, విద్యుత్ షాక్ తగిలినప్పుడు, శరీరం కాలినప్పుడు, రసాయన పదార్థాలు మీద పడినప్పుడు, విష జంతువులు కుట్టినప్పుడు చేయవలసిన చికిత్స.

పైన విభజించిన రీతులకు తగినట్లుగా గాయపడిన వ్యక్తిని చికిత్సా కేంద్రమునకు చేర్చవలెను.

#### సూత్రాలు

ప్రథమ చికిత్స పద్ధతులు కొన్ని సూత్రాలను అనుసరించి ఉంటాయి. రోగము లేక గాయము యొక్క- దేహధర్మము, శారీరక పరిస్థితి, రోగ లక్షణముల మీద ఆ సూత్రాలు ఆధారపడి ఉంటాయి. కాని కచ్చితమైన చికిత్సా పద్ధతులు ప్రథమ చికిత్స లో ఉండవు. అప్పటి రోగపరిస్థితిని సరిగా అర్థము చేసికొని సరైన పద్ధతిని చికిత్స చేయాలి.

రోగి పరిస్థితిని ఎలా అంచనా వేసినప్పటికీ కూడా, సున్నితమైన పద్ధతిలో, త్వరగా కోలుకోగలననే నమ్మకం కలిగేలా రోగికి ప్రథమ చికిత్స మొదలు పెట్టాలి.

### ప్రథమ చికిత్స - సాధారణ నియమాలు

1. మనిషి ఎలా కనిపించినప్పటికీనీ, శ్వాస నాడి, శారీరక భాగాల కదలికలను బట్టి అతను బ్రతికి ఉన్న విషయం నిర్ధారణకు రావలెను.

రోగి బ్రతికి ఉన్నంతసేపు అతని మీద శ్రద్ధ చూపి, త్వరితంగా చికిత్స అందించవలె.

2. గాయము కలిగించిన వస్తువులు దగ్గర లేకుండ ఉండు ప్రదేశమునకు రోగిని మరల్చి మంచి వాతావరణం కలిగించవలె. అది వీలుపడకపోయినచో ఆక్కడనే ఆరోగ్య పరిస్థితులు కలిగించవలె.

3. వంగి పోవుటను ఆపుట, శ్వాసనరిగా లేనియెడల కృత్రిమ శ్వాసకు ఏర్పాట్లు చేయుట ముఖ్యముగా చేయవలసినపనులు. అపైన చిన్న చిన్న గాయాలకు చికిత్స చేయాలి.

4. గాయపడిన వ్యక్తికి తనేపరిస్థితిలో ఉన్నాడో అర్థమైతేగాని ఏరకమైన పానీయము ఇవ్వరాదు.

5. పీలైనంత తక్కువ సమయంలో ప్రథమ చికిత్స పూర్తిచేసి, రోగిని సరియైన పద్ధతి లో జాగ్రత్తగా డాక్టరు దగ్గరికి తీసుకొని వెళ్ళవలెను.

6. డాక్టరు దగ్గరకు తీసుకొని వెళ్ళేదాకా రోగిలో వచ్చిన మార్పులను, జరిగిన సంఘటనలను అదేవరుసలో డాక్టరుకు వివరించవలె.

### I. గాయపడిన వ్యక్తికి ప్రథమ చికిత్స

ఇది ఈ క్రింది విధంగా విభజించబడింది.

1. అవయవములకు తగిలిన దెబ్బలు.

2. మొందెమునకు తగిలిన దెబ్బలు,

(i) పొత్తికడుపు

(ii) చాతి

3. మెడకు, జననేంద్రియములకు తగిలిన దెబ్బలు.

4. తలకు తగిలిన దెబ్బలు.

5. వెన్నెముకకు తగిలిన దెబ్బలు.

వైభాగములను మరల విభజిస్తే:-

a). తెరుచుకొని ఉన్న గాయాలు (Open wounds).

b). మూసుకొని ఉన్న గాయాలు (Purely closed injuries)

ఈ గాయాలకు కారణాలు.

(i) కత్తిలాంటి పదునైన వస్తువులవల్ల స్థానిక పేళికలు (టిస్యూస్) దెబ్బ తింటాయి.

(ii) బండ వస్తువులవల్ల కలిగిన గాయాలవల్ల పేళికలు చెదరిపోయి పదును వస్తువుల వల్లకంటే ఎక్కువ దెబ్బతింటాయి.

(iii) ప్రేలుడువల్ల తుపాకి దెబ్బలవల్ల తగిలిన గాయాలు విస్తరించబడి ఉంటాయి. వీటిలో తుపాకిగుళ్ళవంటి ఖాహ్య వస్తువులు కూడ ఇమిడి ఉండవచ్చు.

తెరుచుకొని ఉన్న గాయాలకి, మూసుకొని ఉన్న గాయాలకి భేదం ఏమిటంటే, మొదటి రకం గాయాల మీద చర్మం తెగిపోయి ఉంటుంది. అందువల్ల రక్తం కారిపోవడానికి అవకాశం ఉంది. ఇంతేకాక యీ గాయాల్లో, అపాయకరమైన సూక్ష్మజీవులు చేరడానికి సావకాశం వుంది.

రక్తం కారుతున్న గాయాల్లో, దెబ్బతగిలిన భాగానికి సంబంధించిన రక్తనాళాల మీద ఒత్తిడి

కలిగించి రక్తంకారి పోవడాన్ని ఆపవచ్చు. సూక్ష్మ జీవులనుండి కాపాడటానికి antiseptic గాని aseptic గాని dressing చేయాలి; antibiotic మందులువాడాలి, Analgesic ను మింగించికాని, సూదిమందుగా ఎక్కించిగాని బాధతగ్గించవచ్చు. ఎముక విరిగి, ముక్కలుగా చిట్టిపోతే, చిడత బద్దలు (Splints) వేసి కదలకుండా బిగించి (immobilise) వేస్తే బాధ తగ్గుతుంది. **అవయవాలకు దెబ్బలు:**—ఎముక చిట్టినా, విరిగినా, లేదా కీలుదగ్గర తాను ఉండవలసిన చోటునుండి పక్కకి తొలిగినా, ఆ దెబ్బలు సమస్యగా అవుతాయి. ధమనితెగి రక్తం ఏకధారగా కారడంకూడ ఒక సమస్యగానే అవుతుంది. ఇవేవీ లేకపోతే గాయాన్ని తుడిచి, శుభ్రంగా కట్టుకట్టి సులభంగా చికిత్స చేయవచ్చు. ఎముకలు విరిగితే, Crammer తో అయినా, కర్రబద్దలతో అయినా చిడతబద్దలు వేయవచ్చు.

ఎముకలు ప్రక్కకి తొలిగితే, ఆ కీలును మరి కొంత కదలనివ్వకుండా చేసి, ఉన్నదన్నట్టు వైద్యుని దగ్గరికి తీసుకు వెళ్ళాలి. ఒక వేళ రక్తం ధారగా కారిపోతు ఉంటే, గట్టిగా కట్టు కట్టాలి. పై అవయవాల నుండి రక్తం కారుతూ ఉంటే, ఆ కట్టును భుజాల మీద, కింది అవయవాల నుండి కారుతూ ఉంటే తొడల మీద, కట్టాలి.

బిగువుగా కట్టు కడితే, ఆ కట్టు ఎన్ని గంటలకు కట్టినారో దానిమీద వ్రాయాలి. 20 నిమిషాలలో లేదా 80 నిమిషాలలో ఒకసారి ఆ కట్టు వదులు చేస్తూ ఉండాలి.

### తలకు దెబ్బలు

దెబ్బలు తగిలి, గాయమైతే, తెరచు కొని పోతే, శరీరంలో ఇతర చోట్లలో లాగే, వైద్యం చేయవచ్చు. కాని, గాయం పుర్రె లోపలభాగం దాకా వుంటే, చేయవలసిన దల్లా పరిచర్య (nursing) మాత్రమే.

మత్తు కలిగించేవి వీటి ఇవ్వరాదు. రోగి స్పృహ తప్పితే, స్వేచ్ఛగా శ్వాస జరిగేలాగ దుస్తులు బాగా వదులు చేసి, సత్వరమే వైద్యుని దగ్గరికి తీసుకు వెళ్ళాలి.

### మెడకు దెబ్బలు

మెడలో చాలా ముఖ్యమైన భాగాలు ఉన్నాయి. రక్త నాళాలు, వెన్నుపాము, శ్వాసనాళం వీటిలో ముఖ్యమైనవి. రక్తనాళాల దెబ్బలకు ఒత్తిడితో కట్టు కట్టాలి. అయితే శ్వాసనాళానికి గాయమైతే ఆ గాయం గుండా గాలి పోకుండా ఉండేలాగ, ఒత్తిడితో కట్టుకట్టాలి. ఆ కట్టుమీద, జిగురుతో ప్లాస్టర్ వేస్తే ఇంకా మంచిది. మెడలోని వెన్నుపాముకు దెబ్బ తగిలితే, మెడను ఎంతమాత్రమూ కదలనీయకూడదు. మెడలో వెన్నుపాముపైకొనకు దెబ్బ తగలడం వల్లనే, ఉరి తీసుకొన్న వ్యక్తికి ఆపాయం సంభవిస్తోందనే విషయం మనం గుర్తించాలి.

మెడలో కిందిభాగంలో దెబ్బ గట్టిగా తగిలి ఉంటే, అకస్మాత్తుగా రోగికి కాళ్ళకు కానీ, కాళ్ళకూ చేతులకూ గానీ పక్షవాతం రావచ్చు. ముఖ్యంగా వెన్నుపాము తన స్థానంనుండి తొలగడం వల్ల ఇవి సంభవిస్తాయి.

### వెన్నెముకకు దెబ్బలు

వెన్నుపాముకు తగిలే దెబ్బలతో వీటిని జోడించవచ్చు. పక్షవాతం, మూత్రకోశం జబ్బులు, పురీష నాళంకు సంబంధించిన జబ్బులు, దానివల్ల రావచ్చు వెన్నుపాములో కదలిక లేకుండా ఉండేందుకు గాను, ఫ్రైచర్ మీద రోగిని జాగ్రత్తగా వైద్యుని దగ్గరకు తీసుకు వెళ్ళాలి.

### మొండెమునకు దెబ్బలు

పొట్టకు దెబ్బలు తగిలితే, గాయాలు ఉంటే, వాటికి త్వరగా కట్టు కట్టాలి. రక్తం కారే గాయం ఉంటే, ఒత్తిడితో బిగువుగా కట్టు కట్టాలి. ఈ పై

రెండు రకాల దెబ్బలు గానీ మరేమయినా అయితే నోటి ద్వారా ఏదీ ఇవ్వకపోవడం తప్ప చేయ గలిగింది ఏమీ ఉండదు.

రోమ్ము భాగానికి దెబ్బలు తగిలితే, శ్వాస కోశ బాధల విషయంలో ఎక్కువ శ్రద్ధ పట్టాలి. దుస్తులు వడలు చేయాలి. శ్వాసకోశం రంధ్రం పడితే, రోమ్ము లోపలికి పడిన రంధ్రాన్ని, గాలి ఎంత మాత్రం చొరకుండా మూసి వేయాలి. ప్లాస్టర్ కూడా వేసి బిగించి వేయాలి.

మొండానికి దెబ్బలు తగిలిన పక్షంలో తక్షణం వైద్యుని దగ్గరకు తీసుకు వెళ్ళాలి.

ముఖానికి, జననేంద్రియాలకు దెబ్బలు తగిలితే వాటిని తుడిచి శుభ్ర పరచి, రక్తం కారకుండా ప్రథమ చికిత్స చేయాలి.

**శ్వాసకండరాలకు ప్రమాదకరమైన పరిస్థితి ఏర్పడితే చేయవలసిన ప్రథమ చికిత్స**

- (i) నీళ్ళలో మునిగి పోవడమూ,
- (ii) నోరు, ముక్కు మూయడం వల్ల ఊపిరి ఆడక పోవడమూ,
- (iii) రోమ్ముకు, శ్వాసనాళానికి దెబ్బలు తగిలి నలిగి పోవడమూ లేదా పెద్ద పెద్ద బరువుల మధ్య చిక్కు కోవడం,
- (iv) శ్వాసనాళంలో ఇతరపదార్థాలు అడ్డు పడటం.
- (v) జబ్బులోగాని, విషప్రయోగం వల్లగాని శ్వాసకండరాలకి పక్షవాతం రావచ్చు.

**ప్రథమ చికిత్స:-** 1. ఊపిరి ఆడకుండా ఉన్న కారకం నుండి రోగిని దూరం చేయడం.

2. శ్వాస జరగడానికి, గాలి ప్రవేశించడానికి దారి ఏర్పరచడం. అపసరమైతే శ్వాసనాళానికి బయటనుండి రంధ్రం కూడా చేయాలి.

3. శ్వాసించే గాలిలో ప్రాణవాయువు భాగాన్ని పెంచి రక్తాన్ని ప్రాణవాయు పూరితం చేయాలి.

4. కృత్రిమంగా శ్వాస కల్పించడం:- దీనికి కింది పద్ధతులలో ఏదైనా అనుసరించ వచ్చు

- i. స్కాఫర్ పద్ధతి
- ii. సిల్విస్టర్ పద్ధతి.
- iii. ఈవ్ రాకింగ్ స్ట్రైచర్ పద్ధతి.
- iv. హోల్జర్ సిల్పన్ పద్ధతి.
- v. నోటి నుండి నోటి పద్ధతి.

vi. బోయిల్ పరికరంతో కాని, బర్డ్ పరికరంతో కాని శ్వాసనిలపడం (అనుపత్రులలో సామాన్యంగా ఈ పద్ధతి అనుసరిస్తారు).

**మరణ లక్షణాలు**

కృత్రిమ శ్వాస ఎంతవరకు నడిపించాలో తెలియ దలకొన్న మరణ లక్షణాలు తెలియాలి.

1. శ్వాస ఆగిపోవడం.
2. నాడి ఆగిపోవడం.
3. కనురెప్పలు అరమాతలు పడటం, వెలు తురు పడినప్పుడు చిన్నవి కాక పోవడం.
4. కార్నియా మసక అయిపోవడం.
5. చర్మం చల్లబడిపోవడం, పాలిపోవడం.

**విద్యుత్ ఘాతం కలిగినపుడు ప్రథమ చికిత్స**

రోగికి విద్యుత్ ప్రవాహం తగలకుండా తక్షణం నివారించాలి. కర్రలాంటి విద్యుత్ నిరోధక పదార్థంతో రోగిని విద్యుత్ నుండి దూరం చేయాలి. కాలిన శరీర భాగాల్ని శుభ్ర పరచి, కట్టు కట్టాలి. శ్వాసించడంలో ఇబ్బంది ఉంటే కృత్రిమ శ్వాస కల్పించాలి.

**డా॥ వై. యస్. సూర్యనారాయణ**  
తెనుగున : డి.వి.ఆర్. భాస్కరశాస్త్రి  
డా॥ పోరంకి దక్షిణామూర్తి.

# 109. అంగముల నిర్మాణము

## i. చర్మము, రోమములు, గోళ్లు

మనుష్యుడు నిటారుగా నడచు జంతువర్గమునకు చెందిన వాడు. చతుష్పాత్తుల ముందరి కాళ్ళు బాహువులుగానూ, వెనుక కాళ్ళ కేవలము నిలుచుటకును నడుచుటకును ఆతనికి ఉపయోగపడుచున్నవి. ఆహార వ్యవహారములు మార్చుచెంది. నాగరికత పెంపొందిన మానవ శరీరముపై రోమములు చాల తగ్గిపోయినవి. పుట్టుకతో తలవైనను, యౌవనదశనుండి బాహు మూలములను మర్తాంగమును చుట్టి కొద్దిస్థలములందు మాత్రము వెండ్రుకలు ఎక్కువగా మొలచును. మగవారిలో గడ్డము, మీసము మొలచును.

జంతువులు వేటాడుటకు, శత్రుభీతి నుండి తమ్ము రక్షించు కొనుటకు ఉపయోగపడు ప్రేళ్ళగోళ్ళు మానవుని చేతివేళ్ళపై కాలివేళ్ళపై చిన్నవిగాను సున్నితముగాను ఉంటున్నవి. కర్కశత్వము పోయి అలంకార ప్రాయములైనవి.

చర్మము శరీరోపరిభాగమును రక్షించు కవచము. ఇది మిక్కిలి శక్తివంతమైనది; బహు ప్రయోజనకారి; వేడి, చల్లదనము, నొప్పి, స్పర్శ జ్ఞానములను యేరిగించు నాడీతంత్రులు గలిగి శరీర రోష్టతను క్రమపరచు శక్తిగలది. తడి ఆవిరి రూపమున యిగిరిపోకుండ కాపాడుచు చెమట ద్వారా మలిన పదార్థములను, బొగ్గుపులుసు వాయువును, శరీరము నుండి తొలగించును. సూర్యరశ్మిలోని అతినిలలోహిత కిరణము (Ultra - Violet Rays) ప్రభావమున, డి- విటమినును రూపొందించు శక్తిని చర్మము కలిగియున్నది.

చర్మమునందు రెండు పొరలు కాననగును. పై పొరను ప్రభానీని యని పేర్కొన వచ్చును. ఈ పొర పరిసరప్రభావము నుండి చర్మమును

కాపాడును. రాపిడివల్లను, కాలక్రమమునను, నష్ట పోయిన పై వరుస కణములను క్రింది వరుసలోని కణములు నిరంతరము భర్తీ చేయుచుండును. పై పొరపైన గీతలు చిన్నగ కన్పట్టెను. చేతి వ్రేళ్ళ చిగుళ్ళయందీగీతలు పలురకములుగ ఒకరి యందున్నట్లు మరియొకరి యందు ఉండక, విశిష్టములై వర్తులాకారమున సుడులు తిరిగి కెరటముల వలె కన్పట్టుటయేగాక, వ్రేలిముద్రల పరిష్క ద్వారా నేరస్తులను పట్టియచ్చు ప్రత్యేకతను గల్గియున్నవి.

చర్మపు లోపొరను వేదని యందురు. ఈ పొర, రబ్బరువలె సాగి ముడుచుకొన గలిగినది. దృఢత్వము పటుత్వముగల రెండు రకముల పోచలతో కూడిన కణ సముదాయమున్నది. ఇందు సూక్ష్మమైన రక్తనాళములు నాడీతంత్రులు కొనలు తేరి చిన్నగుత్తులుగా పై పొరలోనికి తోసుకొని పోజూచును. పై పొరలోని జీవోత్పత్తిశక్తి గలిగిన కణములు పై పొరను చొచ్చుకొనిపోవు వెండ్రుకల ననుసరించి క్రిందిపొరలోని రోమాంకురములను పరివేష్టించును. రోమముల పరిసరములనంటి యుండు జిడ్డు గ్రంథుల, చెమట గ్రంథుల గొట్టములు పైపొరను చొచ్చుకొనిపోవును. అర చేతులలోను, అరికాళ్ళలోను, చర్మమున రోమములు, జిడ్డు గ్రంథులు ఉండవు.

రోమములు, గోళ్లు, పంటిపై తెల్లటికప్పు (Enamel), చెమట గ్రంథులు, జిడ్డు గ్రంథులు, స్తనములు, చర్మపు పొరలలో నుండి ఉద్భవించినవే.

మనుష్యునకు బాహువులు రెండును, వాటి కండ రముల, కీళ్ళ సహాయమున మొండెపు అస్థిపంజరము నకు అంటి యున్నవి. ఒక్కొక్క బాహువులోని యెముకలు 32:- కంటెముక (clavicle), రెక్క ఎముక (Scapula), దండ ఎముక (Humerus),

ముంజేతి ఎముకలు - ప్రకోష్ఠాస్థి (Radius), అంతః ప్రకోష్ఠాస్థి (ulna), ఎనిమిది పాణి కూర్చాస్థులు (carpals), అయిదు పాణికములు (Metacarpals), 14 కర అంగుళ్యాస్థులు (Phalanges), ముఖ్యమైన కీళ్లు: భుజసంధి (Shoulder), మోచేతి కీలు (Elbow), మణికట్టు (Wrist).

కాళ్లు రెండింటి, ఒక్కొక్క దానియందుండు ఎముకలు 81 : వెన్నెముక క్రింది భాగమున త్రికాస్థి (Sacrum) ని అంటి శ్రోణి వలకాస్థి (Hip bone), తొడ ఎముక (Femur), జంఘాస్థి (Tibia), జానుక లేక విపర్ణంఘాస్థి (Fibula), మోకాలి చిప్ప, జాన్వస్థి (Patella), 7 చీలమండ ఎముకలు, (Tarsals), 5 పాదకములు (Metatarsals), 14 పాద అంగుళ్యాస్థులు (Phalanges), ముఖ్యమైన కీళ్లు: తొంటికిలు లేక సడుగు (Hip joint), మోకాలి సంధి లేక జానుసంధి (Knee), గుల్ఫ సంధి లేక చీలమండ (Ankle).

## ii. నిర్వాహిక గ్రంథులు

(Endocrine Glands-Ductless Glands and physiology of Endocrines)

గ్రంథులు రెండు రకములు. సాధారణ గ్రంథులలో ఉత్పన్నమగు రసము వాహికల (గొట్టముల) ద్వారా చర్మము పైకిగాని, అన్నవాహిక, మూత్రవాహిక, శ్వాసనాళిక మొదలైన వానిలోనికి గాని ప్రసవించును.

రెండవ తెగకు చెందిన గ్రంథులకు వాహికలుండవు. వాని యందుద్భవించురసములు ఆగ్రంథులలో ప్రసారమగు రక్తమున కలిసిపోవును. కనుక వానిని నిర్వాహిక గ్రంథులనవచ్చును (Ductless glands or endocrine glands). వీనిలో పుట్టు రసములను హార్మోనులు (Hormones - చైతన్య హితములు, అననగును. కొన్ని నిర్వాహిక గ్రంథులలో ఇట్టివే రెండు రకముల రసములూర వచ్చును.

పిట్ట్యుటరీ (Pituitary - పోషక లేక, పీనస్), గ్రంథిలో ఇతర నిర్వాహిక గ్రంథుల నిర్వహణపై ప్రభావము చూపగల పలురకముల రసములు తయారగును. ఆ కారణమున యీ పోషక గ్రంథిని గురుగ్రంథి లేక ఆజ్ఞాయీషీ గ్రంథి (Master gland of the body) అందురు. పోషక గ్రంథి కాక తదితర నిర్వాహిక గ్రంథులు: కంఠ గ్రంథులు (Thyroid and Parathyroids), మూత్రపిండము పై నుపవిష్టించిన (Suprarenal) బెరడు-మజ్జ (Cortex and Medulla), థైమస్ (Thymus), వజ్రాస్థి వెనుక హృదయము దగ్గరి గ్రంథి, పీనియల్ గ్రంథి (Pineal body). సాధారణ గ్రంథులలో కొన్నింటి నిర్వాహిక గ్రంథి కణసముదాయము లుండుట ఒక ప్రత్యేకతగా నున్నది. అట్టి గ్రంథులు: అన్నాశయము లేక వృక్కము (Pancreas), అండ కోశము (Ovary), వృషణము (Testis).

నిర్వాహిక గ్రంథులకు వ్యాధి సోకినప్పుడు ఆ గ్రంథులలో నుద్భవించు రసములు అమితముగా గాని, అతిస్వల్పముగా గాని, తయారు కావచ్చును.

## పోషక గ్రంథి

ఇది పుట్టె మధ్యన, మెదడు క్రింద, జతూకాస్థి పింద మధ్యన, నిక్షిప్తమై యుండును. దీనిలో రెండు మూడు ముఖ్య భాగములున్నవి. అవి: పూర్వభాగము - పరభాగము. ఈ రెంటి నడుమ మరొక మధ్యభాగము కూడ గలదు.

పూర్వ భాగము: ఇతర నిర్వాహిక గ్రంథులలో తయారగు రసములు సక్రమముగా నూరి పని చేయునట్లు ఆయా గ్రంథుల నదువులో పెట్టగల శక్తి గలది.

పూర్వభాగమున తయారగు రసములు:

a. పొడుగు పెంపుజేయు రసము

(Growth hormone)

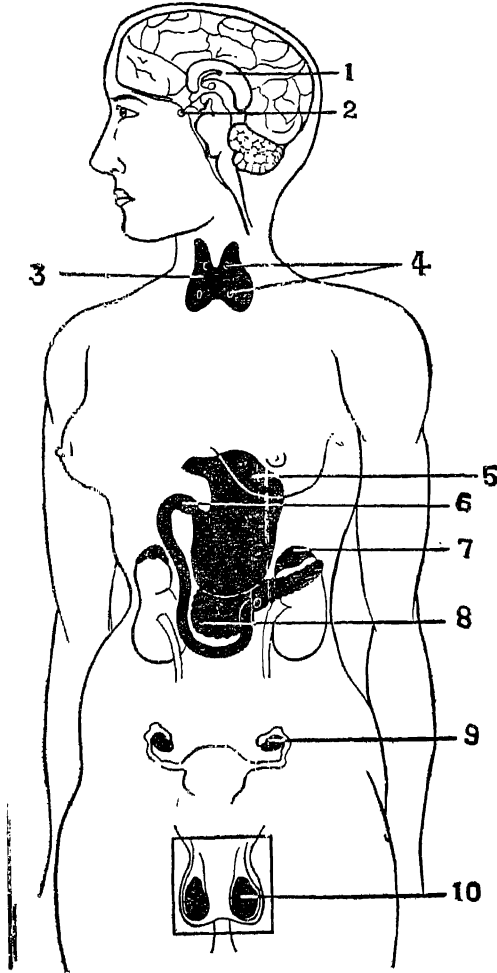
శరీరపు పెరుగు దలను అదుపులో పెట్టును.



b. థైరోట్రోఫిక్ రసము.

(Thyrotrophic hormone)

కంఠగ్రంథిని, దానిలో జనించు. థైరాక్సిన్ రసమును అదుపులో పెట్టునది.



పటము 2. శరీరములోని నిర్వాహక గ్రంథులు  
1. మెదడు 2. పోషకగ్రంథి 3. కంఠగ్రంథులు  
5. అన్నకోశము 6. ఆంధ్రములము 7. మూత్ర  
పిండోపరిస్థిత గ్రంథులు 8. వృక్కకము 9. అండా  
శయము 10. వృషణములు.

c. ఎ. సి. టి. హెచ్. (A. C. T. H.): మూత్ర  
పిండములపై నడిపించిన గ్రంథి యొక్క బెరడు

(cortex) లో తయారగు కాస్టిసోల్ రసము  
నదుపులో పెట్టునది.

d. గోనెడోట్రోఫిక్ రసములు. (Gonadotrophic)

ఇవిగాక అండాశయము, వృషణములలో  
తయారగు రసములపై, ప్రభావము చూపునవి:

(అ) FSH. అండాశయమున గ్రుడ్డు  
(Ovum) ఉత్పన్నమగుటకు కారకమగు గ్రాఫీ  
యన్ ఫాలికల్ (Graffian follicle) ను, వృషణ  
ములందు జనించు గోళకముల (Spermatozoa)  
తయారీని అదుపులో పెట్టు శక్తి గలది.

(ఆ) LH or ICSH - అండాశయమున  
జనించు నిర్వాహక రసముల - ఈస్ట్రోజన్ మరియు  
ప్రోజెస్టెరోన్ (Oestrogen and Progesterone) -  
తయారీపైనను, వృషణమున ఊరెడు టెస్టోస్టిరోన్  
(Testosterone) రసము తయారీపైనను ప్రభా  
వము చూపగలవి.

(ఇ) మూడవది లూటోట్రోఫిన్ లేక ప్రొలా  
క్టిన్ (Leutotrophin or Prolactin) : గర్భ  
ధారణ సమయమున కార్పన్ లూటియం సక్రమముగా  
వర్తించుటకూ, పాలిండ్లలో షీరోత్పత్తికోసమకూరి.  
ఇవికాక పోషకగ్రంథిలోని అనంతర భాగమున  
జనించు రసములు రెండున్నవి; (1) ADH, (2)  
వాసోప్రెసిన్ - ఆక్సిటోసిన్ (Vasopressin &  
Oxytocin).

పీనిలో ADH (Antidiuretic hormone)  
అతిమూత్రము నాటంకపరచు రసము-ఈ రసము  
లోపించిన మూత్రము ఆతి వర్షగాను, చాంపెచ్చు  
గాను పోవును. ఇది ఒక విధపు అతిమూత్ర వ్యాధి  
(Diabetes Insipidus). కాని మధుమేహము  
(Diabetes mellitus) లోవలె మూత్రమున  
చక్కెర నష్టపోదు. వాసోప్రెసిన్, రక్తనాళముల  
లోని చదునైన కండరపు పోచలను బలముగా

కుంచింది రక్తపుపోటును అధికము చేయును. ఆక్సిటోసిన్ గర్భాశయము సంకోచించుటకు సహకరించును.

### కంఠగ్రంథి (Thyroid)

ఇందలిరసము ధైరాక్సిన్. దీనితో కలసినముఖ్య ద్రవ్యము అయోడిన్. శరీర భాగములన్నింట ఉచ్చాసన నిశ్వాసములను ఇది క్రమబద్ధము చేయును. చిన్న వయస్సులో దీని లోపము కలిగిన జీవి మానసికంగాను, శారీరకముగాను, పెరుగక క్రిటిన్ (cretin) అను వ్యాధికి లోనగును. పెద్ద వారికి లోపించిన మిక్కిలిమా వ్యాధి జనించును. రసోత్పన్నత హెచ్చయిన మనిషి చిక్కి శల్యమై ఎక్కువ అలజడికి, చిరాకునకు లోనగును. నాడివేగము అధికమగును. గుండె నీరసించును. గ్రుడ్లు పై వచ్చి ముఖము వికృత మగును. వ్యాధి తగ్గిన యెడల రోగి యథారీతిగ ఉండును.

### పారా థైరాయిడ్ గ్రంథులు

ఇదియు కంఠగ్రంథినంటి యుండును. మూల రసము పారాథర్మిన్. రక్తమందు ఎముకలలోను, నిర్వగు సున్నము(కాల్షియం) పై ప్రభావము గలది. గ్రంథిలోపమున రెటినీ అను వ్యాధి జనించును. కాళ్ళు చేతులు కొంకర్లు బోయి కండరములదురును. ఎముకలోని నిర్వలు తగ్గి గట్టితనము పోయి ఆకారణముగా నవి విరుగును. మూత్రపిండములలో సున్నపు రాళ్ళు జనించును.

### థైమస్

పసితనము నుండి యుక్త వయస్సు వచ్చేవరకు పెరిగి మరల తరగును. దీని ప్రయోజనమింకా నిర్ధారణ కాలేదు.

### మూత్రపిండములపై పొంచియుండు

#### గ్రంథులు

వీనిలోని బెరడు భాగమున నుద్భవించు కార్డి సోల్ లేక హైడ్రోకార్డిసోల్ లోపించి అడిసన్స్

వ్యాధికి గురియైన వారు చిక్కి శల్యమై ఓపిక తగ్గి సాగిల పడుదురు. సోడియం ఉప్పులు, మిక్కుటముగా మూత్రమున కోల్పోవుటయే దీనికి మూలకారణము. గ్రంథి మధ్యభాగమైన మజ్జలో ప్రజ్వలించు అడ్రినీలీన్ - ఉద్రేకము, కోపము, భయము, హెచ్చయి తిండిబాగా లోపించినప్పుడు - ఊపిరి యందని పరిస్థితులలో ఎక్కువగును; కార్జము నందు చక్కెర ఉత్పత్తి పెరుగును. నాడ్రినీలీన్ రక్తపుపోటును హెచ్చించును.

### పీనియల్ గ్రంథి

మెదడు వైభాగమందుండును. పిన్నవయస్సులో ముసలిరూపము చూపట్టు వారిలో చేరియుండును. దీని ప్రభావం వివరంగా ఇంకా తెలియవచ్చుట లేదు.

### అగ్నాశయము (Pancreas)

ఈ మిశ్రమ గ్రంథిలో నడుమ పలుచోట్ల గల ప్రత్యేక కణ సముదాయములలో ఇన్సులీన్ రస ముద్భవించి సరాసరి రక్తములో ప్రవేశించును. ఇది ఆహారములోని పిండి పదార్థములు జీర్ణమయి శరీరమునకు ఉపయోగపడుటకు సహాయపడును. పిండిపదార్థములలోని చక్కెరలను గ్లైకోజు రూపమున నిల్వచేసి యుంచు శక్తి ఇన్సులీన్ కు కలదు. అది లోపించిన చక్కెరలు ఉపయుక్తమగు గ్లైకోజన్ గా మార్పు చెందక అట్లే రక్తమున స్రవించి మూత్రమున వెలికి బోవుచుండును. దీనినే మధుమేహ వ్యాధి అందురు. ఆ రోగులకు ఇన్సులీన్ ఇంజక్షను యిచ్చిన వ్యాధి అరికట్టును. ఒకపరి ఏర్పడిన యీలోపము మరల సర్దికొనలేదు కనక ఆరోగ్య రక్షణకు ఇన్సులీన్ తగు మోతాదులలో శేషజీవితమంతా వాడుచునే యుండవలెను.

### iii. కండరములు

#### (Muscles)

జీవ కణములలో ఛాతురసము (Protoplasm) నకు సంకోచించుట యనునది ఒక విశేషగుణము.

జంతుపరిణామము హెచ్చిన కొలది ఈ శక్తిని కొన్ని కణములు ప్రత్యేకముగా పెంపొందించుకుని (మాంస) కండరములుగా రూపొందినవి. వెన్నెముకగల జంతువులలో యీ కండరములు సూక్ష్మ దర్శినితో పరికించగా మూడు రకములుగా కన్పట్టుచున్నవి.

(1) చారలు (Striped) గలవి. ఇవి ఐచ్ఛిక (Voluntary) కండరములు.

(2) చారలులేక (Plain) చదునుగా నుండు పోచలు గలవి. ఇవి పరతంత్ర (Involuntary) కండరములు.

(3) హృదయ (Cardiac) కండరములు.

చారలున్న కండరములు అస్థిపంజరమునకు తగిలియుండి నడచుటకు, నిలచుటకు, కాళ్లచేతులను కొన్ని భంగిమలలో కోరినట్లు కదలించుటకు, వంగుటకు, లేచుటకు, ఉపకరించుచున్నవి. చారలులేనివి ఆమాశయాది శరీరభాగములు, ఉదరకుహరమున నుండు కాలేయము, స్త్రీహమువంటి అవయవముల పై తొడుగులోను, ప్రేగుల పొరలలోనూ, రక్త నాళముల పొరలలోను, ఊపిరితిత్తులలోనికి గాలిని గొంపోవు గొట్టపు పొరలలోను కనబడును. మూడవ రకమునకు చెందినవి గుండెకాయలో మాత్రమే యుండును.

చారలున్న ఐచ్ఛిక కండరములు నాడీమండలము నుండి అందిన ఉత్తరభుల (Nerve impulses) ననుసరించి పనిచేయును. చదునుగా నున్నవి నిరంతరము నిదానముగా సంకోచ వ్యాకోచములు కలిగి ప్రవర్తించును. హృదయ కండరములు చారలు చూపట్టినను వాని పోచల కట్టలు కొమ్మలవలె చీలి ప్రక్కవానితో కలసి చిక్కమును బోలి యుండి తమంతట తామే లయబద్ధముగా సంకోచించుచు, తమ ఆకారమున ఏ మార్పు లేక కన్పట్టును.

కొన్ని కండరపు పోచలు వర్తులాకారము గలిగి గొట్టపు పొరలలో వాని ఆద్యంతముల యందు హెచ్చుగా గుమిగూడి సంకోచము పొంది సప్తడు ఆ గొట్టములను శక్తివంతముగా మూయగలవు. (Sphinctres). ఇవి అన్నవాహికలో జీర్ణకోశమున- చిన్నప్రేగులు, పెద్ద ప్రేగుల సంధులలోను, మలవిసర్జన నాళపు చివరను, మూత్రకోశముతో మూత్ర నాళములు సంధించు తావులందును - ఉన్నవి.

కండరములు ఎన్నడూ పూర్తిగా విశ్రమించవు. ఎల్లప్పుడు ఒక విధమైన స్పందన (Tone)కు లోనై మెలకువ గలిగి అప్రమత్తములై యుండును. చాలినన్ని ధమనులు రక్తము సరఫరా చేయగా, సిరలు రసవాహికలు మలిన పదార్థములను శ్రమించిన కండరముల నుండి వేగముగా తరలించి కండరములు శక్తివంతముగా పని చేయుటకు సహకరించును.

కండరములలోని పోచలు కొన్ని ఎర్రగా యుండగా కొన్ని రంగులేని వెల తెల లాడును. ఈ రెండు రకములు ఒకే కండరములో వివిధ పరిమాణములలో కలసి యుండును. ఎర్రటివి నిదానముగా నెమ్మదిగా సంకోచించును. రంగులేనివి అతి త్వరితముగా సంకోచించి వేగముగా అలసిపోవును. ఎగిరే పురుగుల రెక్కలలో యీ రకమైనవి కొల్లలుగా యుండును.

## FOR SUPPLEMENTARY READING

1. Anatomy and Physiology for Nurses.  
by Evelyn Pearte.

2. Functional Human Anatomy.  
by James E. Crouch.

3. Whillis's Elementary Anatomy and Physiology.

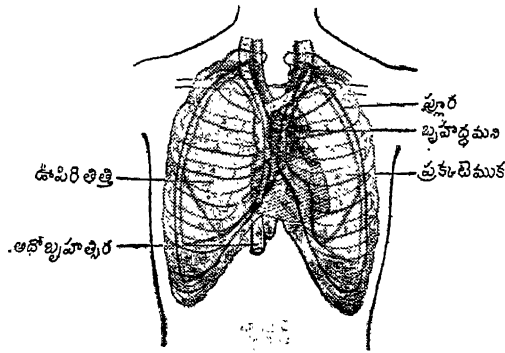
by Roger Warwick.

డా॥ వి. రామచంద్రరావు

## 110. ఉరః కుహరంలోని అవయవాల అమరిక

శ్వాసక్రియ, రక్తప్రసరణము అనబడే రెండు ప్రధాన జీవకార్యములను నిర్వహించే ముఖ్య అవయవము లయిన గుండె, ఊపిరితిత్తులు ఉరః కుహరంలో వుంటాయి (2 వ పటము).

ఉరఃకుహరము ఈ అవయవాలకు పూర్తి రక్షణ కల్పించడానికి అన్నివైపులా ఎముకలతో నిర్మింపబడి పంజరంలా వుంటుంది. ఈ పంజరానికి ముందు భాగంలో చదునుగా బాకులా వుండే



ఛాతీలో అవయవ అమరిక

2 వ పటము

ఎముకని ఉరోస్థి (స్టెర్నం) అంటారు. వెనుక వైపున వున్న వెన్నెముకను, ముందునున్న ఉరోస్థిని కలుపుతూ పక్కలనుండి పన్నెండు జతల పక్క ఎముకలు (రిబ్స్) వుంటాయి. రెండు పక్కల ఎముకల మధ్య స్థలాన్ని (ఇంటర్ కాస్టల్ స్పేస్) భర్తీ చేస్తూ రెండు పొరల కండరాలు వుంటాయి. వాటి మధ్య కొన్ని (ఇంటర్ కాస్టల్) రక్తనాళాలు, నరాలు కూడా వుంటాయి.

ఉరఃకుహరము లోపలి భాగాన్ని మూడు గదుల మాదిరిగా విభజించవచ్చు. మధ్యగదిని “మిడియాస్టినం” అంటారు. అందులో రక్తాన్ని శరీరభాగా లన్నింటికీ పంపించే ‘పంపు’ లాంటి

గుండె వుంటుంది. దానికి అటూ ఇటూ వుండే గదుల్లో చెరొక వూపిరి తిత్తి వుంటాయి.

మెడలోంచి అన్నవాహిక. శ్వాసవాహిక ఉరః కుహరం లోకి ప్రవేశిస్తాయి. మెడలోంచే శిరస్సుకి, మెడకుకి రక్తాన్ని తీసుకువెళ్లే ధమనులు, ఆక్కడి నుంచి రక్తాన్ని తీసుకు వచ్చే శిరలు మార్గం తీసు కుంటాయి. ఉరఃకుహరానికి క్రింది సరిహద్దుగా ఉదరవిశానం అనబడే పల్చని వెడల్పైన కండరం వుంటుంది. ఈ ఉదరవిశానంలో వుండే మూడు రంధ్రాల గుండా అధో బృహత్పిఠం, అన్నవాహిక, బృహద్ధమని వెళ్తాయి. అధోబృహత్పిఠం క్రింది భాగాల నుండి గుండెకు రక్తం తీసుకువస్తుంది. బృహద్ధమని గుండెనుండి క్రింది భాగాలకు రక్తాన్ని తీసుకు పోతుంది. అన్నవాహిక ఉదరకుహరంలో వున్న ఉదరకోశాన్ని చేరుకుంటుంది.

ఊపిరితిత్తి రెండుపొరల నుంచి వంటి దానిలో వుంటుంది. అలాగే గుండె కూడాను. ఊపిరితిత్తి చుట్టూ వున్న సంచిపొరల్ని “ప్లూరా” అని, గుండె చుట్టూ వున్న సంచిపొరల్ని ‘పెరికార్డియం’ అని అంటారు. శ్వాసవాహిక (ట్రాకియా) “మిడియాస్టినం” అనబడే మధ్య గదిలో కొంత దూరం వచ్చి కుడి, ఎడమ ప్రధాన శ్వాసనాళికలు (బ్రోంకె) గా చీలిపోయి, కుడి బ్రోంకస్ కుడి ఊపిరితిత్తి లోనికి, ఎడమ బ్రోంకస్ ఎడమ ఊపిరితిత్తి లోనికి, దారితీస్తాయి. ఊపిరితిత్తిని చేరుతూ అవి చిన్న చిన్న గొట్టాల మాదిరి మళ్ళీ చీలి చివరికి అతిచిన్నవైన గాలి గదులు (ఆల్వియోలై) గా రూపొందుతాయి.

గుండెకు నాలుగు గదులుంటాయి. పై రెండు గదుల్ని కుడి, ఎడమ కర్ణికలని, కింది రెండు గదుల్ని కుడి ఎడమ జతరికలని అంటారు.

పుపుస ధమని కుడి జతరిక నుండి బయల్దేరి గుండె నుండి మలిన రక్తాన్ని ఊపిరితిత్తులకు తీసుకుపోతుంది. శ్వాసనాపిక రెండు బ్రోంకసులుగా చీలిపోయినట్లు, పుపుస ధమనికూడా రెండుగా చీలి నదదు బ్రోంకసులతో చేరి కుడి ఎడమ ఊపిరితిత్తులను ప్రవేశించి గాలి గదులవంటి ఆల్వీయోలై వద్ద సూక్ష్మమైన కేశనాళికలుగా మారుతుంది. ఈ కేశనాళికల గుండా వచ్చిన మలిన రక్తము ఊపిరితిత్తులలోని ప్రాణవాయువుతో కలిసి మంచి రక్తంగా మారుతుంది. ఈ మంచి రక్తం అనేక సీరల ద్వారా కుడి ఎడమ ఊపిరితిత్తుల నుండి చెరొక రెండేసి సీరల ద్వారా మొత్తం నాలుగు పుపుససీరలుగా ఎడమ కర్ణికను చేరుతుంది.

బ్రోంకస్, పుపుసధమని, పుపుస సీరలు ఊపిరితిత్తులలోని ప్రవేశించే ప్రదేశాన్ని 'హైలం' అంటారు. ఈ ప్రదేశం మినహా మిగతా ఊపిరి తిత్తి భాగమంతా ఉచ్ఛ్వాస నిశ్వాసలకి అనువుగా సంకోచ వ్యాకోచాలు పీలయ్యేటట్లు నిర్మించబడి వుంటుంది.

ఈ విధంగా ఉర్రకుహరంలో వుండే గుండె, పూపిరితిత్తులు, రక్తనాళాలు మొదలైన అవయవాలు వాటి కార్యక్రమాలకి అనుగుణంగా రూపొందించబడి అవిధంగా అమర్చబడి వుంటాయి.

**శ్వాసక్రియ, రక్త ప్రసరణల అనుబంధం**

జీవకణాల్లో అనునిత్యం జరిగే జీవరసాయన కార్యక్రమాల పర్యవసానంగా బొగ్గుపులుసు వాయువు తయారవుతుంది ఈ బొగ్గుపులుసు వాయువుని వెంటనే వెలుపలికి పంపివేయడం జీవకణానికి ఎంతో ఆరోగ్యదాయకం. అలాగే ప్రాణవాయువుని పీల్చుకోవడం జీవకణానికి ఎంతో ప్రాణదాయకం. ప్రాణ వాయువుని పీల్చుకొని, బొగ్గుపులుసు వాయువును వదలించుకునే నిరంతర పరిశ్రమే శ్వాసక్రియ. ఊపిరితిత్తులలో మలిన రక్తాన్ని మంచి రక్తంగా

మార్చుకునే ఈ శ్వాసక్రియ నిరంతరమైనది. చాల క్రమ బద్ధమైనది.

శ్వాసక్రియలో రెండు దశలు వుంటాయి. మొదట దశ ఉచ్ఛ్వాసము; అంటే గాలిని లోపలికి పీల్చుకోవడం. రెండవదశ నిశ్వాసము; అంటే గాలిని బయటకి వదలడం. ఈ రెండు దశలు కలిసిన శ్వాసక్రియ నిమిషానికి సుమారుగా యిరవై సార్లు జరుగుతూ వుంటుంది.

**శ్వాసక్రియ జరిగే విధానం**

వాతావరణం లోవున్న గాలి-నాసిక, స్వరపేటిక శ్వాసనాపిక, శ్వాస నాళికలద్వారా ఊపిరితిత్తుల్ని చేరుతుంది. ఊపిరితిత్తులలోని పీడనం (వత్తిడి) వాతావరణ పీడనం కంటే తగ్గినప్పుడు బయటవున్న గాలి ఊపిరితిత్తుల లోనికి చొరబడుతుంది. ఊపిరి తిత్తుల్ని ఆవరించివున్న 'ప్లూరా' అనబడేసంచి రెండు పొరల మధ్య వున్న ప్లూరల్ కేవిటి కుహరంలోని పీడనం కంటే ఎప్పుడూ తక్కువగానే వుంటుంది. ఈ ప్లూరల్ పీడన పరిమాణం ప్రత్యేక పరికరాంతో కొలిస్తే ఉచ్ఛ్వాసంలో -1 మి. మి. పాదరసం, నిశ్వాసంలో -2.5 మి. మి. పాదరసం వుంటుంది.

నిశ్వాసం పూర్తయ్యే సరికి ఊపిరితిత్తులలోని పీడనం, వాతావరణ పీడనం ఇంచుమించు సమానంగానే వుంటాయి. ఉచ్ఛ్వాసంలో ఇంటర్ కాస్టల్ కండరాలు సంకోచించడం వల్ల, ఉర్రకుహరం విశాల మౌతుంది. దీనివల్ల ప్లూరల్ కేవిటి పెరిగి తద్వారా ప్లూరల్ పీడనం తగ్గుతుంది. ఈ విధంగా ఏర్పడిన కూన్యాన్ని భర్తీ చేయడానికి ఊపిరి తిత్తులు వ్యాకోచిస్తాయి. అందువల్ల ఊపిరితిత్తులలో గాలి పల్చబడి పీడనం తగ్గుతుంది, పర్యవసానంగా వెంటనే బయటి నుంచి గాలి ఊపిరితిత్తులలోనికి చొరబడుతుంది. నిశ్వాసం జరిగేటప్పుడు ఇంటర్ కాస్టల్ కండరాలు వ్యాకోచించడంవల్ల, ఉర్రకుహరం

సాధారణస్థితికి వచ్చి పూర్వ పీడనం ఆధిక మవుతుంది. ఈ ఆధిక పీడనంవల్ల ఊపిరితిత్తులు కిక్కిరిసి లోపలి గాలి బయటకు నెట్టబడుతుంది.

### శ్వాసక్రియలో ఉరఃపంజరం

#### చెందే మార్పులు

ఉచ్ఛ్వాసంలో ఉరఃపంజరం యొక్క నిలువు కొలత, అడ్డుకొలత, ముందు వెనుక కొలతలు పెరగడం వల్ల ఉరఃకుహరం పెద్దదౌతుంది.

#### నిలువు కొలత పెరుగుదల

ఉదరవిరానం సంకోచించి ఉదర కుహరంలోకి దిగడం వలన పెరుగుతుంది.

#### ముందు వెనుక కొలత పెరుగుదల

మీద జతల ప్రక్కచెముకల మధ్య వున్న కండరాలు సంకోచించడం వల్ల పక్క ఎముకలు (రిబ్స్) ముందుకు లాగబడి ఉరోస్థి కూడా ముందుకు లాగబడి, తద్వారా ముందు వెనుకల కొలత పెరగడం జరుగుతుంది.

#### అడ్డుకొలత పెరుగుదల

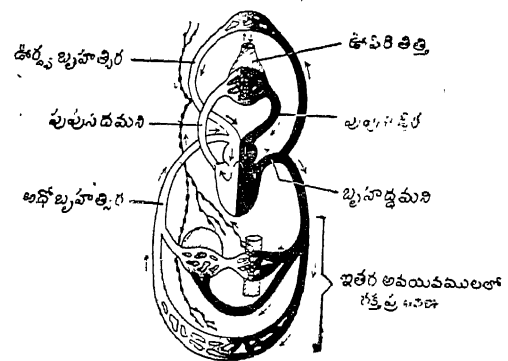
క్రింది జతల ప్రక్క ఎముకలు పక్కంకు లాగబడడం చేత ఈ కొలత పెరగడం సంభవిస్తుంది. పై చెప్పిన ఇంటర్ కాస్టల్ కండరాల వ్యాకోచం వల్ల ఉరః కుహరం సాధారణ స్థితికి తిరిగి వచ్చి నిశ్వాసం పెరుగుతుంది.

### శ్వాసక్రియలో వాయువుల మార్పిడి

పుపుస ధమనులద్వారా మలిన రక్తం కుడి జఠరిక నుండి ఊపిరితిత్తుల్ని చేరుతుంది. గాలి గదులు చేరుకునేసరికి పుపుస ధమని చీలికలు కేశనాళికలుగా మారుతాయి. గాలిగదులలోని గాలికి కేశనాళికలలోని రక్తానికి మధ్య కేవలం రెండు వరుసల కణములతో నిర్మితమైన పొర మాత్రమే ఆడ్డుగా వుంటుంది. ఆ పొరద్వారానే

ప్రాణవాయువు బొగ్గుపులుసు వాయువుల మార్పిడి జరుగుతుంది.

గాలిగదులలోని ప్రాణవాయువు కేశనాళికల్లోని రక్తంలోని ప్రాణవాయువు కంటే హెచ్చుమోతాదులో వుండడంవల్ల ప్రాణవాయువు గాలిగదుల్లోంచి కేశనాళికల్లో వున్న రక్తంలో కలుస్తుంది. అదే విధంగా మలినరక్తంలోని బొగ్గుపులుసు వాయువు గాలి గదుల్లోని బొగ్గుపులుసు వాయువు కంటే హెచ్చు మోతాదులో వుండడంవల్ల బొగ్గుపులుసు వాయువు రక్తాన్నివదలి గాలిగదుల్ని చేరుకుంటుంది. ఈవిధంగా ప్రాణవాయువు బొగ్గుపులుసు వాయువుల మార్పిడివల్ల మలినరక్తం శుభ్రపడి మంచిరక్తంగా మారుతుంది.



క్రొత్తసరణి బాయూ సూత్రం

3 వ పటము

శుభ్రపడిన రక్తంలో ప్రాణవాయువు ఇరవై శాతం ఎక్కువగా వుంటుంది. ఈ రక్తం పుపుస నిరలద్వారా ఎడమకర్ణికను, దానినుండి ఎడమ జఠరిక చేరుకొని అక్కడి నుండి బృహద్ధమని ద్వారా శరీరావయవము లన్నింటికీ సరఫరా చేయబడుతుంది. (3 వ పటము)

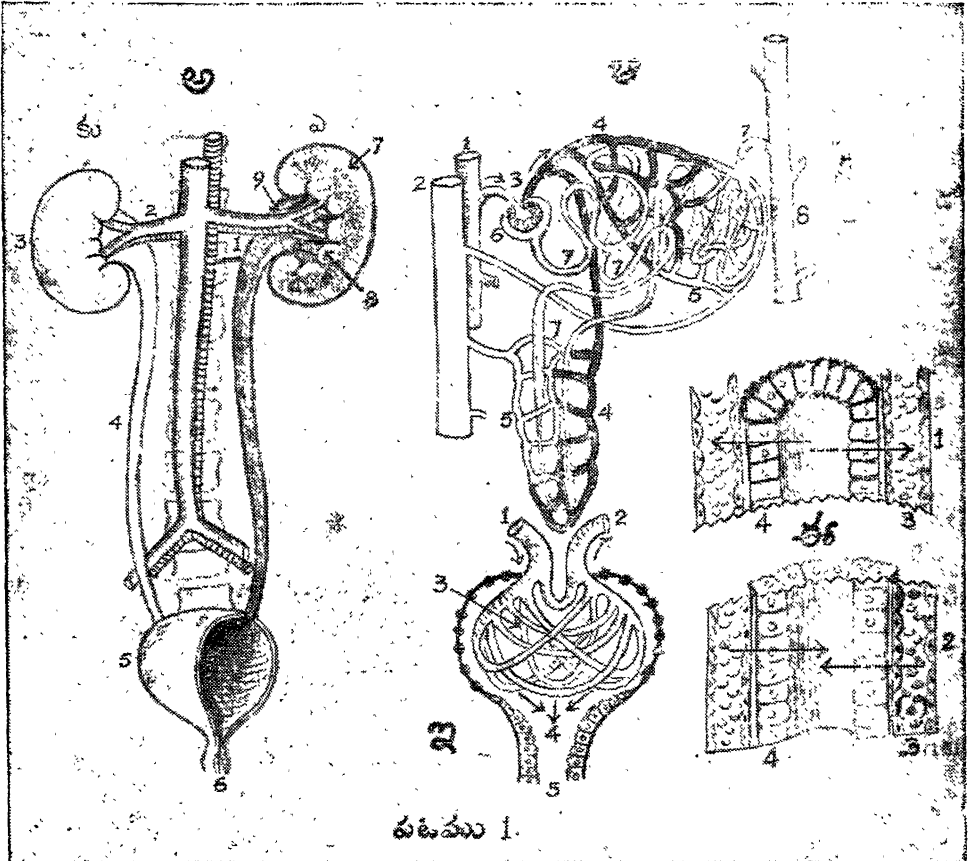
ఈవిధంగా సరఫరా చేయబడ్డ మంచిరక్తంలో ప్రాణవాయువు మోతాదు కణజాలములోని ప్రాణ వాయువు మోతాదుకంటే హెచ్చుగా వుండడం వల్ల

ప్రాణవాయువు రక్తంనుండి జీవకణాలను చేరు కుంటుంది. అదేవిధంగా జీవకణాలలో హెచ్చు మోతాదులో వున్న బొగ్గుపులుసు వాయువు రక్తాన్ని చేరుకుంటుంది. ఈవిధంగా మలినమైన రక్తం అనేక కేశనాళికల ద్వారా సీరలను చేరి క్రమంగా గుండెను చేరుకుంటుంది. గుండెనుండి ఊపిరితిత్తు లకు వెళ్ళి శుభ్రపడి రక్తప్రసరణవిధానంలో తన విద్యుక్తధర్మాన్ని నిరంతరం నిర్వహిస్తునే వుంటుంది.

రక్తప్రసరణంలో గుండెకార్యక్రమం అని యంత్రితంగా జీవితాంతం జరుగుతూనే వుంటుంది. శ్వాసక్రియ, క్రమబద్ధంగా మెదడునందలి మజ్జా ముఖము(మెదల్లా ఆబ్లాంగేటా)లోని శ్వాసకేంద్రం నుండి నాడులద్వారా వచ్చే ప్రేరేపణల వల్ల, నిర్వహించబడుతుంది. శ్వాసక్రియ, రక్తప్రసరణ కార్యక్రమాలు పరస్పర అనుబంధ బంధుత్వంతో నిర్వహించబడి జీవితాన్ని కొనసాగింప చేస్తాయి.

డా॥ కె. సంజీవరావు.

**111. మూత్ర, జాలక, శోషరస వాహికా మండలముల (వ్యవస్థల) నిర్మాణములు, క్రియా ధర్మములు; క్రిమి సంక్రమణము, రాచ కురుపు (కేన్సరు)లలో వీటి ప్రాధాన్యము.**



### పటము I లోని భాగముల వివరణ

అ: సంపూర్ణ (Full), పరిచ్ఛేదన (ఎ) చిత్రము  
(Full and Sectional diagram)

1. వృక్క ధమని (Renal artery)
2. వృక్క సిర (Renal vein)
3. మూత్ర పిండము (Kidney)
4. మూత్ర నాళము (Ureter)
5. మూత్రాశయము (Urinary bladder)
6. ప్రసేకము మొదలు (Urethra begins)
7. 8. వర్కలము (Cortex), దవ్వ (Medulla),  
వృక్క ప్రమాణముండు చోట్లు.  
(Location of renal unit)
9. వృక్క ద్రోణి - మూత్రమును గ్రహించు  
గరాట. (Pelvis-receptacle for  
urine)

ఆ. వృక్క ప్రమాణము - సూక్ష్మదర్శిని  
దృశ్యము. (Nephron - micro -  
scopic view)

1. వృక్క ధమని పాయ (Branch of renal  
artery)
2. వృక్క సిర పాయ (Branch of renal  
vein)
3. అభివాహి, అపవాహి - ధమనికలు  
(Afferent and efferent arterioles)
4. 5 రక్త కేశనాళికల వల - ధమనిక వైపు.

(4) సిరిక వైపు (5) Blood  
Capillaries - arterial and venous  
sides)

6. వృక్క కణము (Renal corpuscle)

7. సూక్ష్మ రక్తనాళికల వలతో చుట్టబడిన  
సంవలిత వృక్కనాళిక (Convolutated renal  
tubule encircled by blood capillary net)

8. సంగ్రహణ వృక్క నాళికలు.  
(Collecting renal tubule)

ఇ వృక్క కణము - అతి సూక్ష్మదర్శిని  
దృశ్యము (Renal corpuscle - micro-  
scopic view - high power)

1. 2. అభివాహి - (1) అపవాహి-(2) ధమనికలు
3. రక్తనాళికా గుచ్ఛము (Glomerulus)
4. గరాటా వంటి జాగా - బాణములు వద  
పోత క్రియను సూచించునవి.  
(Funnel - like area - orrows indi-  
cate filtration process)

5. వృక్క నాళిక మొదలు.

ఈ వృక్కనాళిక అతिसూక్ష్మదర్శిని దృశ్యము.

1. వృక్కనాళికలోని ద్రవము నుండి ఉపకళా  
స్తరము ద్వారా రక్తములోనికి నీరు,  
లవణములు, చక్కెరల పునశ్శోషణము.  
(Reabsorption through epithelial  
layer)
2. అమోనియా, ఉదజని (Hydrogen)  
ఆయానులు, పొటాషియము ఆయానులు,  
రక్తమునుండి ఉపకళా స్తరము ద్వారా  
వృక్కనాళికలోనికి ప్రసవించుట (Secretion)
3. ఉపకళా స్తరము.
4. రక్త కేశనాళిక.



## I. మూత్ర మండలము:-

మూత్ర మండలము మానవుని ఉదర, మరియు శ్రోణి కుహరములలో స్థానము కల్గి యున్నది. మూత్ర పిండములు (కార్జములు) ఒక జతయున్ను, వాటిని మూత్రాశయముతో కలుపు మూత్రనాళములు ఒక జతయున్ను, ఒక మూత్రాశయమున్ను, మూత్రమును విసర్జించుట కొరకు జననేంద్రియమందు ఇమిడియున్న ఒక ప్రసేకమున్ను ఈ వ్యవస్థలోని భాగములు. మూత్రపిండముల లోని రక్తప్రవాహము నుండి మూత్రము తయారగును. అది మూత్రనాళికల ద్వారా మూత్రాశయమును చేరి, అక్కడ తాత్కాలికముగ నిలువ చేయబడి అప్పుడప్పుడు ప్రసేకము ద్వారా వెలుపలికి బహిష్కరింపబడును.

ఒక్కొక్క మూత్రపిండము పది లక్షల సూక్ష్మ వృక్క ప్రమాణాంగములను కలిగి యుండును. గిన్నె వంటి వృక్కకణమున్ను, అందు ఇమిడిఉన్న అభివాహి, అపవాహి ధమనికలు, రక్త కేశనాళికా గుచ్ఛమున్ను, రక్త కేశనాళికలతో చుట్టబడి యున్న పొడవైన సంవలిత వృక్కనాళికయున్ను ఆ ప్రమాణాంగము యొక్క భాగములు. అట్టి అంగములు కొన్ని ఒక్కొక్క సంగ్రహణ వృక్కనాళికతో కలియును. తిరిగి ఈ సంగ్రహణ నాళికలు కొన్నిచేరి పెద్దవైన మూత్రవాహికలుగా మారి వృక్కద్రోణి లోనికి తెలుచుకొనును. ఈ సూక్ష్మ వృక్క ప్రమాణాంగములును, వాటితో కూడిన రక్తనాళికలును-వర్కలము, దవ్వ అను కార్జముయొక్క రెండు అంతర్భాగములలో ఇమిడి యుండును. మాంసకృత్తులు మినహా రక్తములోని మిశ్రితము లన్నియు కేశనాళికా గుచ్ఛము ద్వారా, గిన్నెవంటి వృక్కకణము లోనికి వడపోయబడును. ఆద్రవము వృక్కనాళిక ద్వారా ప్రవహించును. ఆ సమయమున, నీరు, ఉప్పు, సోడియమ్ క్లై కార్బనేట్, అమైన్ ఆమ్లములు, సి-విటమిను, గ్లూకోజు వగైరా ఉపయోగకరమగు పదార్థముల పునశ్శోషణము

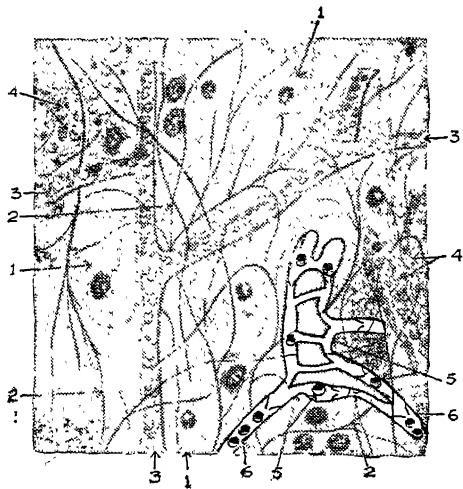
వృక్క నాళికా ఉపకళాస్తరము ద్వారా రక్తము లోనికి జరుగును. మరియు అమోనియా, ఉదజని ఆయానుల, పొటాషియం ఆయానుల స్రవణము వృక్కనాళికలోనికి ఉపకళాస్తరము నుండి జరుగును. ఎంజైముల, హార్మోనులయొక్క స్వాధీనము లోనే ఈ పునశ్శోషణ, స్రవణ ప్రక్రియలు జరుగును. వీటి ఫలితముగా మూత్రము తయారయి, మూత్రవాహికల ద్వారా వృక్కద్రోణిని చేరును. ఈ కార్జములను కాక మూత్రపిండములు రెనిన్, ఎరిత్రో పోయిటిన్ అను పదార్థములను ఉత్పత్తి చేసి, రక్తము లోనికి, స్రవింప చేయును. రెనిన్ రక్తపు ఒత్తిడిని, ఎరిత్రో పోయిటిన్ ఆరుణకణోత్పాదనమును క్రమపర్చగల శక్తిగల పదార్థములు.

శరీరమందు గల అధికమగు నీరును, ఉప్పు పదార్థములను-జీవక్రియాత్మక క్రియలలోను, క్రిమి సంక్రమణము వల్లను మతియు అనుచిత ఔషధ సేవవల్లను ఉత్పన్నమయిన-మలిన, విషపదార్థములను విసర్జించుట; శరీరమునకు ఉపయోగించు పదార్థములను భద్రపరచుట; శరీరములోని వివిధ ద్రవములయొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనశక్తిని, నీరు విద్యుద్విశ్లేషకముల యొక్కయు, మతియు అప్ట-జ్వార గుణముల యొక్కయు, తూకములను క్రమపరచుట; రక్తపు ఒత్తిడిని సవ్యముగ ఉంచుట; అరుణ కణోత్పాదమును ప్రేరేపించుటలు కార్జములు నిర్వర్తించు కార్జములలో ముఖ్యమైనవి. ఈ కార్జములలో శరీరముతో సహకరించు కార్జములు తామే క్రిమి సంక్రమణమునకును, పుట్టకురుపు (కేన్సరు) వ్యాధికిని గురి కావచ్చును.

మూత్రాశయ మందలి అస్వాధీనపు కండరముల వ్యాకోచము వల్లను, సహనుభూత నాడుల చైతన్యము వల్లను మూత్రము తాత్కాలికముగ నిలువ చేయబడును. మూత్రాశయ మందలి మూత్రపు ఒత్తిడి క్రమముగ పెరుగుట వల్లను, పార్శ్వ సహనుభూత నాడుల సహకార చైతన్యము వల్లను, అస్వాధీనపు

కండరముల సంకోచము కలిగి దవడపాల ప్రసేకముద్వారా మూత్రమును విసర్జించుటజరుగును.

మానవుని మూత్ర వ్యవస్థలోని వివిధ భాగముల యొక్క క్రియా పటిమను పరీక్షచేసి తెలిసికొనుటకు స్పష్టమగు సాధనములు కలవు.



పటము. 2. .

పటము - 2

## II జాలక (జాలక-అంతరస్తర) మండలము

జాలక - అంతరస్తర మండలము - సూక్ష్మదర్శిని దృశ్యము. (Reticulo-endothelial system - microscopic view)

### పటము II వివరణ.

1. జాలక కణము (Reticular cell).
2. జాలకము (Reticulum).
3. సూక్ష్మరక్తనాళము (Fine blood vessel).
4. రక్తపు సూక్ష్మ కోటరము (Blood sinusoid), అంతరస్తర కణములు (Endothelial cells).
5. శోషనాళికలవల, శోషరసము, లింఫాకణములు (Lymphatic net, Lymph, Lymphocytes)

## 6. సూక్ష్మశోషనాళికలు, వాటి కవాటములు, (Lymph capillaries and their valves)

ఇది జీవ పదార్థ కీలితములతో కూడిన జాలక కణములు, సూక్ష్మమగు మరియు లలితమగు తంత్రులు గల ధాతువు. ఈ వ్యవస్థ శరీరమంతటి యందును తరచు కనపడుచూ, ముఖ్యముగ శోషావయవములయందును, అస్థిమజ్జ, ప్లీహము, కాలేయము, మఱియు వాటి రక్తకోటరముల గోడల యందును కేంద్రీకరింపబడి, వాటి చట్రముగా కూడ వెలయుచున్నది. ఇందలి జాలకకణములు, రెండు విధములు:-

- (1) ఆదిమ లేక వంశమూలక కణములు;
  - (2) సుస్థిరముగ యుండు మహాభక్షక కణములు.
- ఈ వంశమూలక కణములు పెంపొందు రీతి ద్వివిధములు:-

- (1) ఏ మార్పు లేకయే కణములు గుణింపబడుట,
- (2) రూపభిన్నత చెంది స్వేచ్ఛాభోజక కణములుగాను, లసికా కణములుగాను, మయిలోసైట్సుగాను, ప్లాస్మాకణములుగాను, మారిన విదప అవి గుణింప బడుట.

రక్తకోటరముల గోడల యొక్క అంతరస్తర కణముల పోలిక కలిగి జాలకకణములు కూడా బల్లపరుపుగా ఉండుటను బట్టి ఈ మండలము జాలక-అంతరస్తర మండలము అనియే చెప్పబడుచున్నది.

ఈ వ్యవస్థా కార్యక్రమములు చతుర్విధములు.

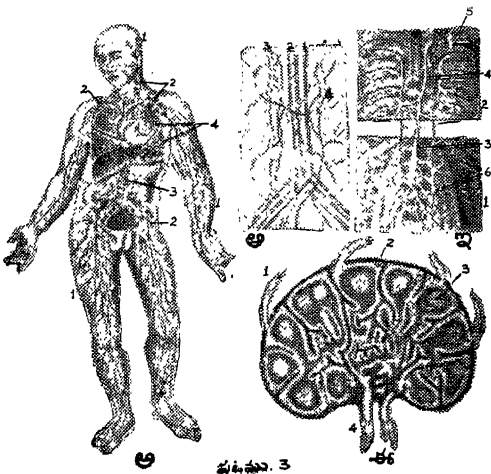
- (1) క్రిములు, అన్యరేణువులు శరీరమును చొచ్చి శోషరసము ద్వారా కాని, రక్తము ద్వారా కాని ఈ వ్యవస్థను చేరినపుడు భక్షక లక్షణములు కల కణములలో ముఖ్యమగు స్వేచ్ఛా భోజక కణములు అతిచైతన్యవంతములును, ద్విగుణీకృతములును అయి వాటిని భక్షించి జీర్ణించుకొనును.

(2) గాయమువల్లగాని, అంటువ్యాధుల వల్లగాని, తయారయిన ధాతువుల శిథిలాంశముల సముదాయమును కూడా కణజించి, జీర్ణించు కొని- శరీరమందలి చెత్త చెదారములను, నిర్మూలించే కణజాలముగా ఈ వ్యవస్థ వ్యవహరించును.

(3) ఈ మండలమందలి జీవకణములకు ప్రతిరక్షకణములు అను పదార్థములను సృష్టించు శక్తి కలదు. ఈ వ్యాపారమందు ప్రాముఖ్యత చెందినవి లసికా కణములు. ఈ యంత్రాంగము శరీర రక్షణకు గల ఏర్పాట్లలో ముఖ్యమైనది. దీనివల్ల క్రిములయందలి మరియు అన్యరేణువులలోని మాంసకృత్తులు నాశనముచెంది, నిర్వీర్యము లగును.

(4) ఆర్థ్రో కణముల యొక్క జీవితాంతమున వాటిని భిన్నము చేసి, వాటిలోని రంజకమును, రంజకములోని టైలిరాబిన్ అను వర్ణకమును, రక్తములోనికి విడుదల చేయును. రక్తమందు ఈ వర్ణకము యొక్క గాఢత పాచ్చుగా పెరిగి నపుడు పచ్చకామెర్లు అను వ్యాధి కలుగును.

### III. శోషవాహికా మండలము (Lymphatic System)



పటము 3

శోషరసవాహికా వ్యవస్థ (Lymphatic System)

పటము 3 లోని వివిధ భాగముల వివరణ:

- అ. 1. శోషనాళికలు (Lymph vessels)
2. శోష కణుపులు (గ్రంథులు) (Lymph nodes or glands)
3. ఉరః కుహర శోషవాహిక (Thoracic duct)
4. ఊపిరితిత్తుల యొక్క, విభాజకము యొక్క శోషనాళికలు (Lymphatics of lungs and diaphragm)

ఆ. సూక్ష్మ దర్శిని దృశ్యము -  
(Microscope view)

1. ధమని (Artery) (2) సిర (vein)
3. శోషనాళిక (Lymph vessel)
4. జాలకము (Reticulum)
- ఇ. 1. ఉదర కుహరము (Abdominal cavity)
2. ఉరః కుహరము (Thoracic cavity)
3. ఉరః శోష వాహిక ప్రారంభం. (Thoracic duct begins)
4. ఉరః శోష వాహిక.
5. సబ్ క్లెవియన్ సిరతో ఉరః శోష వాహిక కలియుట.
6. శోష కణుపులు, శోషనాళికలు (Lymph nodes, Lymphatics)

ఈ. శోషకణుపు - సూక్ష్మఖండ దృశ్యము.  
(Lymph node-microscopic sectional view)

1. అభివాహి శోషనాళికలు, వాటి కవాటములు. (Afferent lymphatics and their valves)
2. శోషరసముందు స్థలము, జాలకము. (Lymph space and reticulum)

3. లింఫా కణములతో కూడిన ధాతువు.

(Lymphoid tissue)

4. అపవాహి నాళికలు, వాటి కవాటములు.

(Efferent Lymphatics and their valves)

శోష కేళనాళికలు, శోషవాహికలు, శోషకణువులు, గల వ్యవస్థగా ఈ శోషవాహికా మండలము నిర్మాణమైయున్నది. కేంద్ర నాడిమండలము మినహా శరీర మందంతటను, లోపలి అవయవములతోనూ, ఈ మండలము, అలముకొనియున్నది ధాతువునందలి భాగీ స్థలములలో, లలితమగు శోషకేళనాళికల వలగా ఈ వ్యవస్థ ప్రారంభమై పోను పోను పెద్ద నాళికలు గాను, పిమ్మట ఈ నాళికలు అన్నియు కలిసి ఉదర, ఉరః కుహరములలో కుడి శోష వాహికగాను, (ఎడమ) ఉరః శోషవాహికగాను పెంపొంది తుచు ఉరః కుహర వైభాగమున కుడి, ఎడమ శోష వాహికలు కుడి, ఎడమ సబ్ క్లెవియన్ శిరలతో కలియును, ఈ వ్యవస్థ యందంతటా కేళనాళికల తరహా నుండి మహావాహికల వరకు, కవాటములు గలవు. అంగ, అవయవ సంధలనములు, ఉచ్చాస నిశ్వాసలు, శోషరసమును గమ్యస్థానమువైపు త్వరితముగ ప్రవహింపజేయును.

శోషనాళికలలోని శోషరసము పలుచని, నిర్మలమైన ద్రవము. ధాతువులలోని స్థలముల నుండి గ్రహించిన నీరు, మాంసకృత్తులు, రేణువు పదార్థములు, కొద్దిగా తెల్ల రక్తకణములు ఈ ద్రవ మందుండును. చిన్నప్రేగులు పిల్చుకొను అన్న రసమందు క్రొవ్వు పదార్థములు మెండు. ఇది పాల వలె నుండును. అందువలన చిన్నప్రేగు నందలి శోషనాళికలను క్షీరవాహికలందురు. శోషనాళికల మార్గములో శోషకణువులు (గ్రంథులు) అనేక ములు కలవు. శోషరసము వీటిద్వారా తప్పక

ప్రవహింప వలసి యుండును. అటువంటి కణుపులు గజ్జలలోను, ఉదర ఉరః కుహరములలోను, లోపలి అవయవముల పరిసరములలోను, కక్షలందును, మెడయందును గుత్తులుగా ఉండును. ఈ కణుపులు చట్రము వంటి జాలకముతోను, జాలక - అంతర స్తర కణములతోను, లింఫా కణములతోను నిండి యున్న ధాతువు గలిగియుండును. శోషరసములో నున్న సూక్ష్మక్రిములు, వాటి విషపదార్థములు, అన్య రేణువులు, ముండు ముండుకు వ్యాప్తము కాకుండా అవరోధము కల్పించి వాటిని వడపోత పోసి, భక్షణము వల్లను, ప్రతిరక్షకాల ఉత్పత్తి వల్లను, ఈ ధాతువు వాటిని నిర్మూలించును. ఈ విధముగా క్రిమిసంక్రమణమును, కేన్సరు వ్యాప్తిని ఆరికట్టి ప్రయత్నము జరుగును. ఈ విధానముల ద్వారా శరీరములోని ద్రవములను వేర్వేరు భాగములకు పునః పంపకము చేయుచుండుటకును, మాంసకృత్తులను ధాతువులనుండి రక్తమునకు చేర్చుటకును, శరీర రక్షక కార్యక్రమములలోను, రక్త ప్రసరణ మండలమునకును, శోష వాహిక వ్యవస్థ అందదండగా యుండును. శోషరస ప్రవాహమునకు శ్లీసద పరాన్నజీవుల అవరోధముల వల్ల అవయవములు వాచి, బోదకాలు (ఏనుగుకాలు) అనే రుగ్మత కల్గును.

క్రిమి, వైరస్ సంక్రమణములు శోషవాహికా మండల శక్తులను అణగతొక్కినపుడు, క్రిమి సంక్రమణము (Inflammation) ప్రజ్వలించును. జన్యు, జీవక్రియా, పరిసరముల మార్పులు మొదలగు కారణములనేకముల వల్ల జీవకణములు వాటి స్వాభావిక గుణములను విడిచి, పరిధులను దాటిన వృద్ధిగుణింపు; వాటి రూపవిభేదన శక్తిని మఱియు వాటి సహజకార్యములను కోల్పోవుట మున్నగు కేన్సరు లక్షణములను ప్రదర్శించును. ఈ కేన్సరు కణములు సాధారణముగ శోషవాహికా

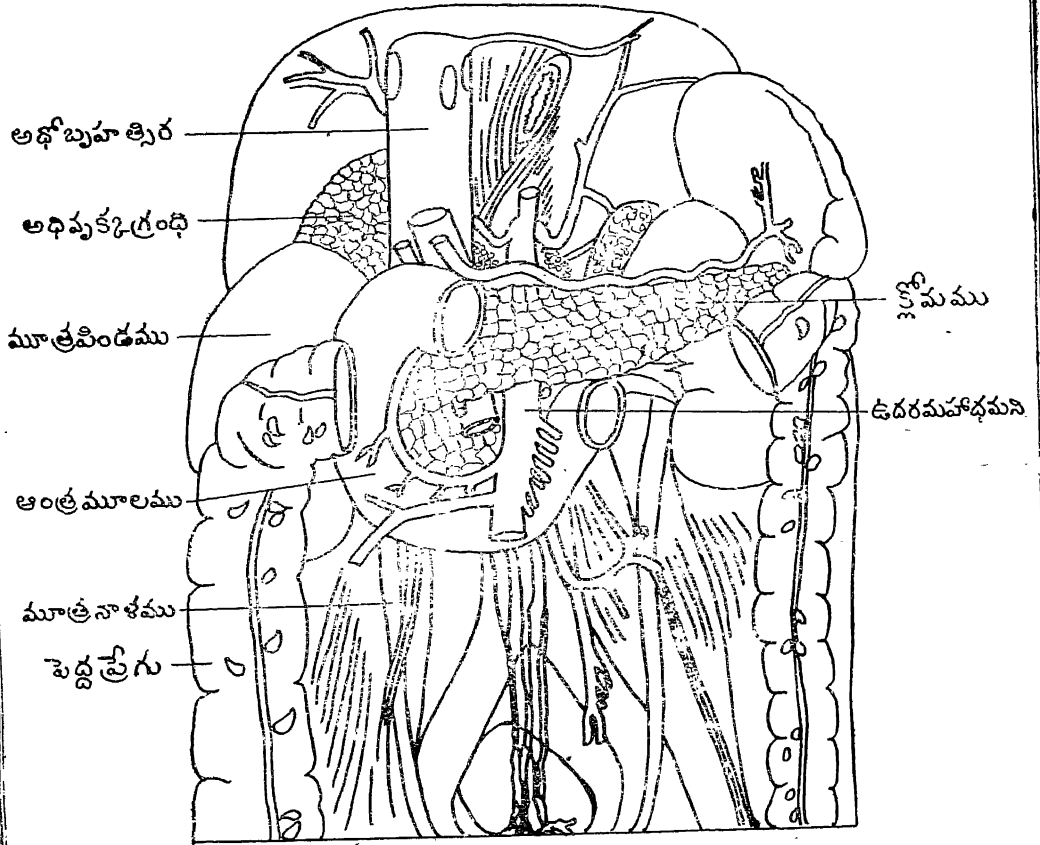
వ్యవస్థ ద్వారా వ్యాప్తి చెందును. శోష కణపుల రక్షణ-భక్షణ శక్తులకు కేంద్రము యొక్క శక్తి అతీతమైనచో ఈ కణసముదాయము కణుపులలో అతి త్వరితగతినీ అభివృద్ధి చెంది, ఆ కణుపులను పెద్దవిగా చేసి వ్యాప్తి చెందును. ఈ వ్యాప్తి వల్ల కేంద్రముకు గుణి అయిన అవయవములు రక్త

కణముల ఉత్పత్తి, జీర్ణాశయము యొక్క జీరణ రసస్రావణ, శరీర రక్షణశక్తి ఇత్యాది అతి ముఖ్యమగు శరీరధర్మములను కోల్పోవుట వల్ల శరీరము కృశించును.

డా: పొదిల బ్రహ్మయ్యశాస్త్రి.

## 112. ఉ ద ర ము

ఉదరము - దాని భాగములు  
అంత్ర మూలము మరియు క్లోమము మాపు పటము



ఉదరము : ఇది ఉరము క్రిందభాగమున ఉన్న ఒక కుహరము. ఇది వృక్క ద్రోణితోకలసి యుండును. దీనిగోడల పరాంతర కుడ్యమధ్య భాగములలో కటిభాగము యొక్క కశేరుదండము లుండి, మిగతాది కండర నిర్మితమై యున్నది.

దీనిలోపలి భాగము వేష్టనమనెడి సరస గోణితో నిర్మింప బడినది.

### ఉదరము లోని భాగములు

1. అన్నవాహిక అంత్య భాగము, శ్రోణ్యాంతములలో కలసిన ఆహార పథము యొక్క ముఖ్య భాగము. దీనికి సంబంధించినవి కాలేయము, క్లోమము, స్త్రీహము మొదలయిన జీర్ణగ్రంథులు.

2. మూత్ర పిండములు, ఉరః భాగమునకు సంబంధించిన మూత్ర నాళములు

3. అధివృక్క గ్రంథులు.

4. ఉదర మహాధమని, అథో బృహత్సీర, దాని ఉపశాఖలలో నున్న ప్రధాన రక్తనాళములు.

ఉదర కుడ్యము, ఈక్రింద చెప్పబడిన సమతల కండరములతోను, కశేరుదండములతోను చేయబడి యున్నది. సమతల కండరములు ఉదరాంతర పీడనమును ఎక్కువ చేయును.

ఉదరకుడ్య మందున్న సమతల కండరములు

- (1) బాహ్య అవనమ కండరము.  
(ఎక్స్టర్నల్ ఆబ్లిక్ ఆబ్డామినస్)
- (2) అంత అవనమ ఉదర కండరము  
(ఇంటర్నల్ ఆబ్లిక్ ఆబ్డామినస్)
- (3) అడ్డు ఉదర కండరము  
(ట్రాన్స్వర్స్ ఆబ్లిక్ ఆబ్డామినస్)
- (4) పురీషనాళ ఉదర కండరము  
(రెక్టస్ ఆబ్లిక్ ఆబ్డామినస్)

(5) సూచీస్తంభ కండరము  
(పిరమిడాలిస్ ఆబ్లిక్ ఆబ్డామినస్)

(6) చాతుర్భుజ కటి కండరము.  
(క్వాడ్రేట్స్ ఆబ్లిక్ ఆబ్డామినస్)

(7) నిమ్న ఉదర కండరము.  
(సోయాస్ మేజర్.)

ఉదరభాగము లో జీర్ణవ్యవస్థ ఈక్రింది అవయవములతో నిర్మితమై యున్నది.

- (1) అన్న వాహిక అంత్య భాగము.
- (2) జీర్ణాశయము (జఠరము).
- (3) చిన్న ప్రేగు.
- (4) పెద్దప్రేగు.
- (5) పాముకుల్య.

### 1. అన్నవాహిక

ఇది ఉదరములో కశేరుదేహముల ముందుండి 10 వ ఉరః కశేరుకము ముందు విభాజక పటలము గుండా ఉదరకుహరములోనికి వచ్చును. ఇది కండర నిర్మితమైన నాళము. దీని లోపలభాగము శ్లేష్మ పటలముచే ఆవరింపబడి యున్నది.

### 2. జీర్ణాశయము

జీర్ణాశయము సుమారు 1 లీటరు. నుండి 1.5. లీటర్ల పరిమాణము యున్న విస్త్రాంత కోష్ఠకము. ప్రిలలో దీని పరిమాణము పురుషులలో కంటె తక్కువ. ఆహారము తీసుకొన్న తరువాత ఇది విస్తరించి తరువాత తగ్గిపోవును. ఇది ఉదరకుహరము యొక్క పై భాగములో విభాజక పటలము క్రింద ఎడమ వైపున యున్నది. దీని విభాగములు :

- (1) వండన్ (2) అంతరము (3) జఠర నిర్గమము. జీర్ణాశయమునకు పైన ఒక ద్వారము, క్రింద ఒక ద్వారము కలవు. ఈ ద్వారములకు సంవరణీయంత్రాంగములు అమరియున్నందున ఆహారము

పై నుండి క్రిందకు పోవునట్లు చేయును. పై భాగమున అన్నవాహిక, జీర్ణాశయము కలియుచోట “హార్తిక రంధ్రము” కలదు. జీర్ణాశయము, అంత్ర మూలము కలసిన చోటున ‘జఠర నిర్గమ రంధ్రము’ కలదు. జీర్ణాశయపు గోడలో ఈ క్రింది ‘స్తరములు’ కలవు.

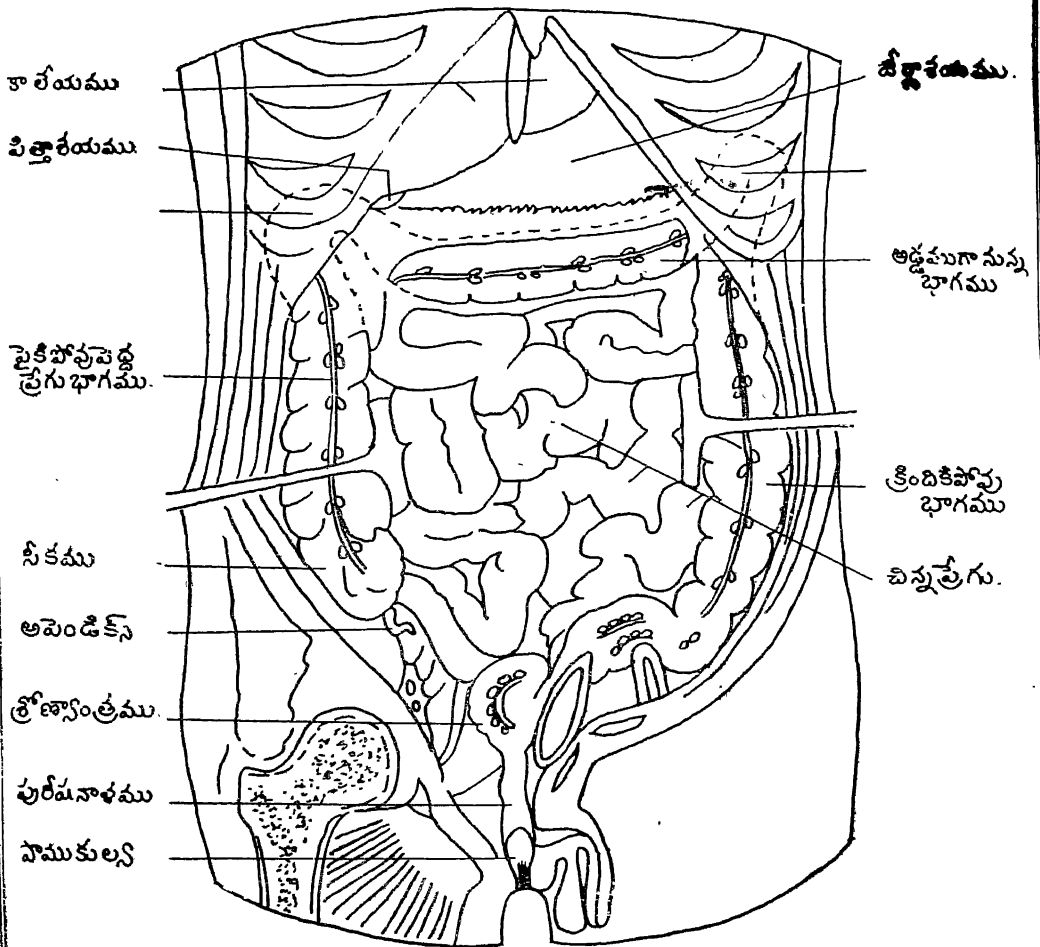
- (1) బాహ్య అంత్ర వేష్టనస్తరము.
- (2) అసేచిత కండర తరువులలో నిర్మితమైన స్తరము.
- (3) అధః శ్లేష్మస్తరము.
- (4) శ్లేష్మస్తరము.

జీర్ణాశయ శ్లేష్మస్తరములో పెక్కు సూక్ష్మ నాళిక గ్రంథులు కలవు. ఈ గ్రంథులు జఠర

రసమును స్రవింప చేయును. జఠర రసములో శ్లేష్మము, ఎంజైములు, ఉదజహరిష్టములు కలవు. జఠరనిర్గమ గ్రంథులు శ్లేష్మమును మాత్రమే స్రవింపచేయును.

పర్సీషియన్ అసీమియా (ఒక రకమైన తయంకర రక్తహీనత) అను వ్యాధిలో జఠరాశయపు శ్లేష్మ స్తరము యితమై ఉదజహరికాష్టమును, సహజ కారకము (ఇంట్రీసిక్ ఫ్యాక్టరు)ను స్రవింప జేయదు. వీటి లోపమువలన విటమిన్ B<sub>12</sub> శోషింప బడదు. విటమిన్ B<sub>12</sub> లోపమువలన ఎఱ్ఱ అస్థిమజ్జ ఉద్దీపముకాక తగినన్ని ఎఱ్ఱ రక్తనాళములు ఉత్పత్తి కావు.

### జీర్ణ వ్యవస్థ - పెద్ద ప్రేగు - దాని భాగములు



### జీర్ణాశయపు విధులు :

1. పాక్షికముగా జీర్ణింప బడిన ఆహారమునకు, ఆంత్రిమాలములోనికి చేరుటకు ముందు, ఇది ఆశయము (రిజర్వాయర్) గా యున్నది.

2. ఇది తయారు చేయు జీతరసములోని ఎంజైములు ఆహారమును పాక్షికముగా జీర్ణము చేయును.

3. ఇది విటమిన్  $B_{12}$  శోషణమునకుపయోగ పడును; సహజకారకమును స్రవింపజేయును.

4. చక్కెర, నీరు, సారాయి మరియు మరి కొన్ని ఔషధముల శోషణము ఇచ్చట జరుగును.

### జీతరసములోని ఎంజైములు

(ధాతువులు) :

1. పెప్సిన్.
2. రెనిన్.
3. రైపేజ్.

ఇవి మాంసకృత్తులపైన, క్రొవ్యపదార్థముల మీద పని చేయును. మాంసకృత్తులు పెప్టోనులుగను, క్రొవ్యపదార్థములు క్రొవ్య ఆమ్లములుగను విశ్లేషితములగును. రెనిన్ మూలముగా కేసినోజిన్ కరుగని కేసేను (Casein) గ మారును.

### చిన్న ప్రేగు

చిన్నప్రేగు 20 అడుగుల పొడవు, 1 అంగుళము వ్యాసంగల గొట్టము. దీని గోడలు జీర్ణాశయపు గోడల వలెనే యుండును. ఇది విస్తారముగా చుట్టుకొని దీని “శిక్యములు” ఉదర కుహరములోని క్రిందిభాగములోను ఫ్రోటీడ్రోజి కూపము (పెల్విస్)లోను ఆవరించుకొని యుండును.

ఇది కణ నిర్మాణ రీత్యా మూడుభాగములుగా యున్నది:

(1) ఆంత్రి మూలము.

(2) మధ్యాంత్రిము.

(3) శేషాంత్రిము.

### ఆంత్రి మూలము

ఇది పది అంగుళముల పొడవు కలిగి అర సున్న [ ౯ ] ఆకారమున యున్నది.

### మధ్యాంత్రిము

ఇది ఎనిమిది అడుగుల పొడవు కలిగియున్నది.

### శేషాంత్రిము

ఇది పన్నెండు అడుగుల పొడవు కలిగి యున్నది. ఇది పెద్దప్రేగుతో ‘శేషాంత్రికాండ’ నాళియ నంది ‘(ఇలియోనికల్ జంక్షన్)’ని ఏర్పరుచును.

### చిన్న ప్రేగు యొక్క నిర్మాణము

చిన్నప్రేగు యొక్క శ్లేష్మస్తరము ఎక్కువగా ముడుతలు పడియుండును. ఇది “చూషకములు” ‘అంకురికాలు’ (విల్లె) అనబడు సూక్ష్మమైన వేళ్ళ వంటి ‘ప్రోక్టాలు’ కలిగి యుండును. చూషకముల మధ్య సాధారణ నాళికా గ్రంథులు కలవు. ఇవి ‘లిబరుకూన్’ గుహికలు లేదా ఆంత్రి గ్రంథులు. చూషకములు స్తంభాకార కణములుకలిగి యున్నవి. వీని స్వచ్ఛందతలము సూక్ష్మమైన ప్రోక్టాలు కలిగి కుంచె అంచు ఆకారము నిచ్చును. ఈప్రోక్టములు శోషణతలమును ఎన్నోరెట్లు ఎక్కువ చేయును. పైత్య రసనాళము, క్లోమ వాహిక కలసి ఐక్య కలికగా మారి ఆంత్రిమూలములో ప్రవేశించును. దీని ద్వారా పైత్యరసము, క్లోమ రసము, చిన్నప్రేగులోనికి ప్రవేశించును. ఆంత్రి మూలముయొక్క అధః శ్లేష్మస్తరములో ‘బ్రన్నర్ గ్రంథులు’ కలవు.

### చిన్నప్రేగు విధులు :

A. ఇది అసంపూర్ణముగా జీర్ణము చేయబడిన ఆహారమును పూర్తిగా జీర్ణము చేయును. ఆంత్రి



రసములో శ్లేష్మము, ఎంజైములుకలవు. లిబర్ కూన్ గ్రంథులు ఎంజైములను; గోళికా కణము, బ్రన్నర్ గ్రంథులు శ్లేష్మమును స్రవింపజేయును.

B. ఇది జీర్ణక్రియయొక్క అంత్య ఉత్సాహితము లను రక్తములోనికి శోషణము చేయును.

C. పాంక్రియాజైము వంటి హార్మోనులను ఉత్పత్తి చేయును.

D. చిన్న ప్రేగులోని జీర్ణక్రియ, అది ఉత్పత్తి చేయు ఎంజైముల వలనను, కాలేయము నుండి వచ్చు పైత్యరసము వలనను, మరియు క్లోమమునుండి వచ్చు క్లోమరసము వలనను జరుగును.

### పెద్ద ప్రేగు

ఇది పరిమాణములో చిన్న ప్రేగుకంటె పెద్దది. ఇది ఐదునుండి ఆరు అడుగుల పొడవు యుండును. ఇది శేషాంత్రాకాంధనాళీయ సంది (ఇలియోనికల్ జంక్షన్) వద్ద ప్రారంభమై పాముకుల్యము, పురీష నాళము కలియుచోట (Ano-rectal Junction) పాముకుల్యతో అంతమగును.

### పెద్ద ప్రేగులోని భాగములు :

1. సీకము మరియు అపెండిక్స్
2. పైకి పోవుభాగము (ఆరోహి స్థూలాంత్రము)
3. అడ్డముగా పోవు భాగము.
4. కిందికి పోవు భాగము (అవరోహి స్థూలాంత్రము)
5. శ్రోణ్యాంతము (కుండలి ప్రేగు)
6. పురీషనాళము.

### నిర్మాణము

పెద్ద ప్రేగు గోడలలో నాలుగు పొరలు కలవు:

- (1) శ్లేష్మస్తరము
- (2) అధః శ్లేష్మస్తరము

(3) కండర నిర్మిత స్తరము.

(4) సరస వర్మము

విధులు :

- (1) ఇది నీటిని శోషించును
- (2) జీర్ణక్రియలో ఏర్పడిన మలిన పదార్థములను విసర్జించును.

### కాలేయము (Liver)

దీని బరువు సుమారు 1500 గ్రా. ఇది శరీరములో తెల్లా పెద్ద ముఖ్యమైనగ్రంథి. ఇది కుడివైపు ఉదర వితానపు రెక్క క్రిందుగా అమర్చబడి యున్నది.

### కాలేయపు విధులు

- (1) క్రొవ్వు పదార్థముల జీర్ణించుటకుపయోగ పడును; పైత్యరసమును స్రవించును.
- (2) మాంస కృత్తులు, విండి, క్రొవ్వు పదార్థములను జీర్ణము చేయును.
- (3) విషసంహరణము చేయును.

దీనిలోని కణములు పలకలవలె అమర్చబడి యున్నవి. రక్తము - నిర్వాహక సిర, కాలేయ ధనుసుల ద్వారా-కాలేయమునకు తీసుకానిపోవుదును. పైత్య రసవాహిక ద్వారా కాలేయము స్రవించిన పైత్యరసము అంత్రమాలమును చేరును. కాలేయపు కణములు రసాయనిక సంయోగ పదార్థములను ఉత్పత్తి చేయు కర్మాగారములతో పోల్చబడినవి. ఇక్కడ ప్రోట్రాంబిన్, పైరినిజిన్, ఆల్బుమిన్, గ్ల్యుబ్యులిన్ల నిర్మాణము జరుగును.

(4) గైకోజను, కొన్ని విటమిన్లను నిలువ చేయుట కుపయోగపడును.

(5) ఇది ఒక వ్యర్థ పదార్థ పరిష్కార యంత్రము. పైత్యరస వర్ధకములు యూరియా మరియు నిర్విషీకరణ పదార్థములు ఇందు ఉత్పాదితములు.

### పితృశయము

ఇది 7.5 సెంటీమీటర్లు - 10 సెంటీమీటర్లు పొడవు కల్గి 40 మనసెంటీమీటర్ల పరిమాణముకల రేగుపండు ఆకారముగల సంచి. కాలేయమునుండి స్రవించిన ప్రైత్యరసమును నిలువచేసి నీటిని పీల్చుట ద్వారా ఇది సాంద్రీకరించును. ఆహారము (Fat) తీసుకున్న తరువాత పితృశయము సంకోచించుట ద్వారా ప్రైత్యరసము, ప్రైత్యరస నాళములద్వారా ఆంత్రమాలము చేరును.

### క్లోమము

దీని బరువు 90 గ్రాములు. ఇది చేప ఆకారము కల్గి యుండును. ఇది పరాంతర ఉదర కుడ్యముపై యున్నది. ఇది క్లోమరసమును స్రవించును. ఇన్సులిన్, గ్లూకగాను మొదలగు హార్మోనులను కూడా ఉత్పత్తి చేయును. క్లోమరసము, క్లోమరస వాహిక ద్వారా ఆంత్రమాలమును చేరును. హార్మోనులను ఉత్పత్తిచేయు కణములు, కణగుచ్ఛములుగా యుండి “లాంగర్ హాన్స్ ద్వీపము”లని పిలువబడుచున్నవి. ఇవి రక్తనాళములతో పరివృతములై యున్నవి.

### ప్లీహము (Spleen)

ఇది విభాజక పటలము క్రింద ఎడమ వైపు నున్నది. ఇది లింఫ్ కణజాలములతోను, సిరల సంజాతములతోను నిర్మింపబడి యున్నది. ఇది అంటువ్యాధులు సోకినపుడు పెద్దదగును.

విధులు :-

- (1) సూక్ష్మజీవుల నుండి రక్షించుట,
- (2) మానోసైడ్, లింఫోసైడ్ల ఉత్పత్తిచేయుట
- (3) రక్తాశయముగ ఉండుట,
- (4) పనికిరాని ముదునలి రక్తకణములను నాశనము చేసి ఇనుమును వర్ణకములను బహిర్గతము చేయుట.

### మూత్ర వ్యవస్థ

ఈ వ్యవస్థ జీర్ణక్రియానంతరము ఏర్పడిన క్రియాటిన్, సీరు, లవణముల వంటి పదార్థములను విసర్జించును. ఇది దేహముయొక్క సమతాస్థితిని కాపాడుటకు దోహదము చేయును. అనగా కణ బాహ్య, కణాంతస్థ ప్రవాహముల సంఘటనముల సంగ్రహము చేయును.

### మూత్ర వ్యవస్థలోని అవయవములు

- (1) రెండు మూత్ర పిండములు.
- (2) రెండు మూత్ర నాళములు.
- (3) మూత్రకోశము.
- (4) ప్రసేకము (Urethra)

### మూత్రపిండములు

ఇవి చిక్కుడు గింజ ఆకారమును పోలిపరాంతర కుడ్యముపై యున్నవి. ముఖ్యముగా ఒక్కొక్క మూత్రపిండము పదిలక్షల మూత్ర నాళికలతో నిర్మితమై యున్నది మూత్రనాళికలు మూత్ర పిండములోని నిర్మాణాత్మక, క్రియాత్మక ప్రమాణములు. ఒక్కొక్క మూత్రనాళిక 8 సెంటీమీటర్లు పొడవుకలిగి యుండి, మార్పిజియన్ గుళిక, సమీప దూర సంవళిత నాళికలు, మధ్యగతమైన “హెన్లే” (Henle) శిక్యము అను భాగములచే నిర్మింపబడి యున్నది.

### మూత్రము తయారగు విధము

- (1) వృక్క గుళికలోని రక్తపు వడపోత
- (2) కొన్ని ద్రవ్యముల పరణాత్మక పునఃశోషణము.
- (3) నాళికా గహ్వరముల లోని రక్తము నుండి కొన్ని పదార్థముల ఉత్పత్తి విసర్జనములు.
- (4) సోడియం అయానుకు బదులు ఉదజని అయాను వినిమయము ద్వారా ఊరపరి రక్షణము.

జీవక్రియలోని అష్టాధిక్యమును తగ్గించుటకు అమోనియా ఉత్పాదనము జరుగును.

### మూత్ర నాళములు

ఇవి శ్లేష్మపటలము అంతః స్తరముగా గలిగిన కండర నిర్మిత నాళికలు. వీని విస్తృతమైన పై భాగమును “డ్రోజీ” యని అందురు. వృక్క-డ్రోజీ-గురు పత్రావళి, లఘుపత్రావళిగా-విభజింపబడినది. లఘుపత్రావళిలోనికి సంగ్రహణ నాళికలు తెరుచుకొనును. మూత్రనాళములు రెండూ మూత్రకోశమునకు ఇరువైపులా ఉండి మూత్రకోశములోనికి తెరుచుకొనును. మూత్రము మూత్రనాళముల ద్వారా మూత్రకోశములోనికి ప్రవేశించును. మూత్రము అప్పుడప్పుడు మూత్రకోశము నుండి ప్రసేకము ద్వారా బహిష్కృత మగును.

### మూత్రకోశము

దీని లోపలి భాగము శ్లేష్మపటలముతో ఆవరింపబడినదై, కండర నిర్మితమైన గోడలు కల్గియున్నది. దీనిలోపలి ఘనపరిమాణము 250 ఘన సెం.మీ॥ ఇది కొంత ఉదరకుహరములోను మరికొంత శ్రోణి డ్రోజీ కుహరములోను ఉండును.

250 ఘనసెంటీమీటర్ల మూత్రము చేరినంతనే మూత్రకోశము సంకోచము చెంది మూత్ర బహిష్కరణ ప్రసేకమునుండి జరుగును.

### ప్రసేకము

దీని పొడవు పురుషుల యందు 8 అంగుళములుండును. ఇది మూత్రకోశపు మెడవద్ద నుండి ప్రారంభమై, పౌరుషగ్రంథి, మేహనముల ద్వారా బహిర్గత మగును. మూత్రమునకు శుక్రద్రవమునకు ప్రసేకము ఐక్యమార్గము.

స్త్రీలయందు దీనిపొడవు 1 1/2 అంగుళములు. ఇది అశిందము అను చీలికలోనికి తెరుచుకొనును.

### రక్త ప్రసరణ మండలము

హృదయమునుండి రక్తమును తీసికొనిపోవు రక్తనాళములకు ధమనులని, హృదయమునకు రక్తమును తీసుకునిపోవు రక్తనాళములకు సిరలని పేరు.

### బృహద్ధమని

ఇది శరీరములోకెల్లా పెద్దధమని. ఉదరములో నుండి బృహద్ధమని ఉదరవితానము గుండా ఉదరములోనికి ప్రవేశించును. బొడ్డునకుక్రింద అది రెండు-కామన్, ఇలియక్-ధమనులుగా చీలును.

### అధో బృహత్సిర

పరాంత కుడ్యముపై ఉన్నసిరలు, శ్రోణిడ్రోజీ లోని సిరలు అధోభాగములోని సిరలతో కలసి అధో బృహత్సిరగా ఏర్పడును. ఇది ఉదర వితానముకుండా గుండెలోని కుడికర్ణిక లోనికి ప్రవేశించును. ఇది క్రింది అవయవములలోని, శ్రోణి డ్రోజీలోని చెడురక్తమును హృదయమునకు చేరవేయును. జీర్ణవ్యవస్థలోని చెడురక్తము కూడా వేరుమార్గము గుండా అధో బృహత్సిర లోనికి పోవును. జీర్ణ వ్యవస్థలోని రక్తము పోర్టల్ సిర ద్వారా కాలేయము లోనికి పోయి అచటినుండి నాళికేశ సిరలద్వారా అధోబృహత్సిరలోనికి పోవును.

# 113. పురై నిర్మాణము, దాని వ్యవచ్ఛేద విజ్ఞానం

వెనుబాము, కేంద్రనాడీమండలం, ఉపరితలనాడీమండలం, వీటి శారీరకము

పురై:- తల, ముఖం అనే భాగాలతో అస్థి పంజరమే పురై. దీంట్లో 21 ఎముకలున్నవి. క్రిందిదొడ (Mandible) తప్ప, మిగిలిన పురై ఎముకలన్నీ, కదలని కీళ్ళుగా ఏర్పడి, ఒకదానితో ఒకటి కలసి ఉన్నాయి. ఈ కీళ్ళను సూచరులు (Sutures) అంటారు. క్రిందిదొడ మిగిలిన పురైతో కలసి, కదిలే కీలుగా ఏర్పడి నోటిని తెరవడానికి, మూయడానికి ఉపయోగపడుతున్నది.

పురై నుండి భాగంలో 2 రంధ్రాలు (Orbital cavities) - ఒక నాసికా రంధ్రం, ముఖ గవ్వారం అనగా నోరు - ఉన్నాయి. పురై మూలం దిగువ భాగం దగ్గర కణతయముక మీద, పురైకు రెండు వైపులా, శ్రవణ మార్గము (మధ్య చెవి దగ్గరికి ద్వని తరంగాన్ని తీసుకు వెళ్లే, వెలుపలి చెవి తెరచుకొని ఉంటుంది. ఫార్మినా మాగ్నం అనే కపాల మూలంపై ఒకపెద్ద రంధ్రం ద్వారా కపాల గవ్వరానికి వెన్నెముక కాలువ (vertebral canal) తో సంబంధం ఉంది. కపాల గవ్వరాన్ని బాహ్య ప్రపంచంతో సంబంధ పరిచే అనేక పరిమాణాలు ఆకారాలు ఉన్న రంధ్రాలు చాలా ఉన్నాయి.

పురుషుని పురై కంటే స్త్రీ పురై పలుచన. కపాల గవ్వార పరిమాణం (Capacity) 1850 మి. సెం. మీ. నుండి 1450 మి. సెం.మీ. దాకా ఉంటుంది.

పురైకు ఉండే గరిష్ఠమైన వెడల్పుకి గరిష్ఠమైన పొడవుకి ఉండే నిష్పత్తిని శాతంగా తెలియజేస్తే, దానిని కపాలికా సూచిక (క.సూ.) అంటారు.

$$\frac{\text{గరిష్ఠమైన వెడల్పు}}{\text{గరిష్ఠమైన పొడవు}} \times 100 = \text{క.సూ}$$

కపాలికా సూచికనుబట్టి మూడువర్గాలు ఏర్పడ్డాయి.

1. Brochy Cephalic (పొట్టితల) - క. సూ. విలువ 80
2. Dolicho Cephalic (పొడుగుతల) - క. సూ. విలువ 75 లోపు
3. Mesati Cephalic (మధ్యస్థం) - క. సూ. విలువ 75 నుండి 80 వరకు

వెనుబాము:-

వెన్నుకాల్య (Vertebral Canal) లోకి వ్యాపించిన మెదడు భాగము ఇది. వెన్నుకాల్యంలో పై నుంచి 2/3 వంతు దాకా ఆక్రమించి ఉన్న స్థూపాకారా నాడీకణజాల పదార్థాన్నే వెనుబాము అంటారు. రెండో లంబార్ వెర్టెబ్రా పై కొనవరకు వెనుబాము క్రింది కొన వ్యాపించి ఉంటుంది.

బూడిదరంగు పదార్థమూ, తెల్లని పదార్థమూ, కలసి వెనుబాము ఏర్పడింది. నాడీకణాల సముదాయంతో బూడిదరంగు పదార్థమూ, నాడీ తంతువుల సముదాయంతో తెల్లని పదార్థమూ ఏర్పడ్డాయి. నాడీకణంలో ఒక కణదేహము (Cell body), సూక్ష్మతంతువులు (Processes). ఉంటాయి. వెనుబాముతో, బూడిదరంగు పదార్థము చుట్టూ, తెల్లని పదార్థం ఆవరించుకొని ఉంటుంది. వెనుబాము పొడుగునా, మధ్యలోనుంచి, కేంద్రీయ కుల్య (Central Canal) అనే కాలువ ఒకటి ఉంటుంది. అది మెదడు రంధ్రాలతో, పైన కలసి ఉండి, సెరిట్రో స్పయినల్ ద్రవాన్ని కలిగి ఉంటుంది.

వెనుబాముకు 31 అచ్చాదనలు ఉన్నాయి. అన్నింటి కంటే వెలుపలిది మందంగా ఉంటుంది. అది దూరామేటరు. మధ్యలో ఉండేది ఆర్క్టోసిడ్ మేటరు, లోపలిది ప్రియామేటరు. ఇవి రెండు పల్చగా ఉంటాయి. ఈ రెండింటి మధ్య స్థలాన్ని సబ్ ఆర్గనాయిడ్ స్థలమంటారు. ఈ ఖాళీలో కూడా సెరిట్రో స్యునల్ ద్రవం ఉంటుంది.

వెనుబాము నుండి 31 జతల పిల్లనాడులు (Spiral nerves) జనిస్తున్నాయి. రెండు మొదళ్ల (roots) వల్ల వెనుబాముకు ప్రతినాడీ కలసి ఉంటున్నది. వాటిలో ఒక మొదలు ముందు (Ventral)కూ, రెండోది వీపు (dorsal)కు కలుపు తున్నాయి. ముందుకు కలసిన నాడీమూలం చలనాన్ని (motor in function), వీపు వైపున కలసిన నాడీమూలం జ్ఞానాన్ని (sensors in function) కలిగిస్తాయి. అవి ఉండే ప్రాంతాన్ని బట్టి, వెనుబాము నాడులన్నిటికీ క్రమసంఖ్య, పేరు ఏర్పరచారు. ఆ విధంగా 8 జతల మెడ నాడులు, 12 జతల ఉరకుహరనాడులు, 5 జతల లంబార్ నాడులు, 5 జతల శాక్రల్ నాడులు, ఒకజత కోక్సిజీల్ నాడులు అనేవి వెనుబాము నుండి జనిస్తున్నాయి.

నాడీ కణాల తంతువుల (fibres)తో నాడీ ఏర్పడింది. నాడీ తంతువులు రెండు రకాలు. ఒకటి అపసారకము (efferent); రెండోది అభిసారకము (afferent). వెనుబాము నాడీ ముందు మూలం (Ventral root of spiral nerve) లో అపసారక తంతువులు ఉన్నాయి. అవి అస్థిపంజర కండారాలకు చలనాన్ని కలిగిస్తాయి. అదేవిధంగా వీపుమూలం (dorsal root) లో అభిసారక తంతువులు ఉన్నాయి. ఇవి కేంద్ర నాడీ మండలానికి జ్ఞాన స్పందనాలు అందిస్తాయి.

సబ్ ఆర్గనాయిడ్ స్థలంలో ఉన్న నెరిట్రో స్యునల్ ద్రవాన్ని మూడో లంబారు వెన్ను

పూసకు, నాలుగో లంబారు వెన్నుపూసకు మధ్య నుంచి తీయవచ్చు. రోగ నిదానం (diagnosis) కోసం, వైద్యం కోసం అదే విధానం ప్రకారం దాన్ని తీస్తారు. నీటిపరంగా 100-200 మి. మీల పీడనం ఈ ద్రవానికి సామాన్యంగా ఉంటూ ఉంటుంది. నాడీ సంబంధ రోగాల (neurological disorders) లో ఈ ద్రవంలో కణ నిర్మాణమూ రసాయనిక సంఘటనమూ, మారుతూ ఉంటాయి.

**ఉపరితల నాడీ మండలము (Peripheral nervous system)**

కపాలికా గవ్వారాని వెన్నుకాల్వకి (Vertebral Canal)కి, బయటఉన్న నాడీబిఘ్న భాగాన్ని ఉపరితల నాడీమండలం అంటారు. నాడులు, వెనుబాము నాడులు (Spinal nerves) సర్వ స్వతంత్ర నాడీమండలంలోని ఒక భాగం కలసి ఇది ఏర్పడింది. మెదడులో 12 జతల కపాలికా నాడులు జనిస్తున్నాయి. వెనుబాము నాడులవలె ముందు మూలం, వీపుమూలం వీటికి లేవు. వీటిలో నాలుగు చలనానికి గానీ, జ్ఞానానికి గానీ సంబంధించి ఉంటాయి. అంతేకాని రెండురకాల వ్యాపారములు చేయవు.

సర్వ స్వతంత్ర నాడీ మండలంలో రెండు భాగాలు ఉన్నాయి: అనువర్తక (Sympathetic) నాడీ మండలం, అధ్యనువర్తక (Parasympathetic) నాడీ మండలం. మెదడులోను, వెనుబాము లోనూ, ఉన్న నాడీమండలానికి అధ్యనువర్తక మండలం అని పేరు. ఈ రకమైన నాడీతంతువులలో కపాలికా నాడులు, వెనుబాము నాడులలోని శాక్రల్ నాడులు కలసి ఉన్నాయి. అనువర్తక మండలం బయట ఉండి, శాఖోప శాఖలు కలిగిన సంవర్ణిత (ganglionated) కాండంగా ఉంది. ఈ మండలాన్ని, కేంద్ర నాడీ మండలంతో, సమాచారం ప్రసరింప చేసే నాడీశాఖలు కలుపుతున్నాయి.

నాడీకణసముదాయంతో అనువర్తక సంవర్తికయ, తంతువుల సముదాయంతో దాని కాండమూ, శాఖలూ ఏర్పడ్డాయి.

సర్వ స్వతంత్ర నాడీమండలం వల్ల దేహ ఉష్ణోగ్రత నిలకడగా, సక్రమంగా ఉంటుంది. ద్రవ పదార్థాలు సంతృలితం (balance)గా ఉంటాయి. రక్తములోని అయానుల సంఘటనం క్రమపద్ధతిలో ఉంటుంది. అంతరవయవచర్య నియంత్రితమై ఉంటుంది.

ఆధ్యనువర్తక మండలం వల్ల జీర్ణక్రియ, మధ్యస్థ జీవవ్యాపారం (Intermediate metabolism), మల విసర్జనం, సక్రమంగా ఉంటాయి. సంపీడనా ప్రతిచర్య (Stress reaction) కోసం ఈ నాడీ మండలం చాలాముఖ్యం. రక్త పీడనం పెరుగుదల, నాడీ రేటు పెరుగుదల, గుండె నుండి వచ్చే రక్తం (Cardiac out-put) ఎక్కువ కావడం, రక్తంలో చక్కెర ఎక్కువ కావడం ఇవన్నీ కలిగించేది ఈ నాడీమండలమే.

పై విధంగా ఏర్పడిన ఉపరితల నాడీమండలంలో వివిధ వ్యాపారాలు నిర్వహించే విధానాలు చాలా ఉన్నాయి.

#### 1. శారీరకాపసారి (Somotic efferent):-

అస్థి పంజర కండరాల్ని ప్రేరేపించి వాటికి చురుకుతనం ఇది కలిగిస్తాయి.

#### 2. ప్రత్యేకాంతరికాపసారి (Special visceral efferent) :-

శ్వాస కోసపు కమాను (bronchial arches) ల నుండి విస్తరించిన సప్తపథపు కండరాలను ప్రేరేపించి, వాటికి చురుకుతనం ఇవి కలిగిస్తాయి.

#### 3. సామాన్యకాంతరికాపసారి (General visceral efferent) :-

గుండె కండరాల్ని, శరీరంలోని నున్న కండరాల్ని, గ్రంథుల్ని, కదిల్చే సర్వస్వతంత్ర తంతులివి.

#### 4. సామాన్య శారీరకాపసారి (General somatic afferent) :-

స్పర్శ, ఉష్ణోగ్రత, పీడనం వంటి జ్ఞానాన్ని, స్పందనాల్ని శరీరంనుంచి తెచ్చేవివి.

#### 5. ప్రత్యేక శారీరకాపసారి (Special somatic afferent) :-

శరీరపు అంతరవయవముల నుండి స్పందనాలు తెచ్చే తంతువులివి.

#### 6. ప్రత్యేకాంతరికాపసారి (Special visceral afferent) :-

సప్తపథ కమానుల (arches) దగ్గర ఏర్పడ్డ నిర్మాణాల నుంచి స్పందనాలను తీసుకువెళ్లేవివి.

అంగ్లమూలం : డా. వై. జయ.

తెలుగు అనువాదం :

డా॥ పోరంకి దక్షిణామూర్తి

డా॥ డి. వి. ఆర్. బసవయ్య

# 114. కన్ను, చెవి, ముక్కు, గళము, పండ్లు

## i. నేత్ర శారీర వ్యవచ్ఛేద విజ్ఞానము

### Anatomy & Physiology of Eye

ద్రిగింద్రియ వ్యవహారానికి సాధనము నేత్రనాడి. రెటీనాలోని సంవర్తికా (Ganglion) కణాలు కలిసి నేత్ర నాడిగా (Optic nerve) పెనవేసుకొని ఉంటాయి. ఆ నాడి కపాలములోనికి, ఆ తరువాత అభిసందిక (Chiasm) లోనికి ప్రవేశిస్తుంది. అక్కడ ఆ నాడిలోని కొన్ని పోగులు అటూ ఇటూ వ్యాపించడంవల్ల ప్రతి నేత్రనాడికీ, మెదడు రెండు ప్రక్కలతో సంబంధం ఏర్పడుతుంది. మెదడు లోని పశ్చాద్భాగపార్శ్వమున ఉండే కార్టెక్స్ (Cortex) అను భాగమే దృష్ట (దృశా) కేంద్రం (Visual Centre).

దృష్టి ఆవయవమైన కనుగుడ్డు ఒక ఎముక గూడులో అమరి ఉంది. కనురెప్పలు, కను బొమ్మలు దానిని రక్షిస్తున్నాయి. సుమారు 1" వ్యాసంతో కోరిగా ఉంటుంది కనుగుడ్డు. దాని ముందు భాగం పారదర్శకంగా ఉంటుంది. అందులో 3 పొరలు ఉంటాయి.

1. వెలుపలిపొర.

2. మధ్య పొర.

3. లోపలి నాడి పొర.

కనుగూడులో ఉన్న ఆరు కండరాలు గుడ్డును అదుపులో ఉంచుతాయి. నాలుగు కండరాలు తిన్నగా ఉంటాయి. వాటిని సుపీరియర్ రెక్టస్, ఇన్ఫీరియర్ రెక్టస్, మీడియల్ రెక్టస్, లేటరల్ రెక్టస్ అంటారు. రెండు కండరాలు ఏటవాలు (Oblique) గా ఉంటాయి. వాటిని సుపీరియర్, ఇన్ఫీరియర్ ఏటవాలు కండరాలు అంటారు. కండరం

స్థానాన్నిబట్టి తిన్నని కండరాలు కనుగుడ్డును పైకి, కిందికి, మధ్యకి, ప్రక్కలకి (Laterally) కదుపుతాయి.

సుపీరియర్ ఏటవాలు కండరం కనుగుడ్డును కిందికి, వెలుపలి వైపు (Outward) కదుపుతుంది. ఇన్ఫీరియర్ ఏటవాలు కండరం పైకి, వెలుపలి వైపునకు తిప్పుతుంది. కండ్లకదలికలు కలిసి జరుగుతాయి. రెండు కళ్ళు కలిసి ఒకేసారి కదులుతాయి. ఈ కండరాలకి సరఫరా అయ్యే నరాలు 3వ, 4వ, 6వ కపాలికా నాడులు (Cranial Nerves).

సామాన్యంగా రెండు కళ్ళ అక్షలా (Axes) ఒకే బిందువు మీద ఒకసారే కేంద్రీకరిస్తాయి. అట్లు జరగక పోతే మెల్లకన్ను (Squint) లేదా తిరుగుడుచూపు (Strabismus) వస్తుంది. అది జన్మతః వచ్చేది కావచ్చు. లేదా నడుమ వచ్చినది కావచ్చు. కటకాలతోగాని, సరియగు బోధనతోగాని, దానిని సవరించడం సాధ్యంకాక పోతే, శస్త్రచికిత్స అవసరమవుతుంది.

కనుగుడ్డుపైన ఉండే బింకమైన పీచులాంటిపొర (Tough Fibrous Coat) పేరు ఆషిపటలము (sclera). కంటిలో తెల్లగా కనిపించే భాగం ఇదే. పారదర్శకంగా ఉండే కార్నియాకు ఇది ఆనుకొని ముందు వైపున ఉంది. అది కంటి సున్నితమైన భాగాల్ని రక్షిస్తుంది. కనుగుడ్డు ఆకారాన్ని రక్షిస్తుంది.

కొరాయిడ్ లేదా మధ్య అంతరవయపు పొరలో రక్తనాళాలు ఉన్నాయి. ఆ నాళాలు నేత్రధమని (Ophthalmic artery) నుంచి వస్తున్నాయి. ముందు భాగంలో ఆ పొర ఐరిస్ తో కలిసి ఉంది.

ఐరిస్ మధ్యలో రంధ్రం ఒకటి (Central Opening) ఉంది. దానిని కంటిపాప (pupil) అంటారు. అది ఒక నల్లటి చుక్కలా ఉంటుంది. దాని ద్వారా కాంతి రెటీనాకు చేరుతుంది. ఐరిస్ వెనుక ఉండే రంగు కణాల పొర (Pigmented layer) కారణంగా కంటిపాపకు ఆ రంగు వస్తుంది. దానివల్ల కన్నునీలంగానో గోధుమరంగు వాకగనో గచ్చకాయ రంగుతోనో కనిపిస్తుంది. ఐరిస్ వెనుక వైపున ఈ పొర మందంగా మారి సిలియరీబాడీ (Ciliary body) అయింది. ఇందులో వర్తులాకారంగా వికేంద్రీకరించే (Radiating) అనియత కండర తంతువులు ఉంటాయి. అవి కంటిపాప పరిమాణాన్ని నియంత్రిత (Control) చేస్తాయి.

కంటిలోపల ఉండే నాడీపొర పేరు రెటీనా. ఇందులో తంతువుల పొరలు, నాడీకణాలు, కడ్డీలు (Rods), శంకువులు చాలా ఉంటాయి. ఇది బయటనుంచి నాడీస్పందనాల్ని (Nerve impulses) లోపల ఉన్న అక్షిచ్ఛక్రము (Optic disc) నకు ప్రసరింప జేస్తుంది.

అక్షిచ్ఛక్రం అంటే, కనుగుడ్డును నేత్రనాడి విడిచిపెట్టే కేంద్రమన్నమాట. ఒక్కడ రెటీనా ఉండదు. కనుక ఆ బిందువు అంధబిందువు (Blind spot) అవుతుంది. కంటిపాప మధ్య కేంద్రానికి సరిగా ఎదుట, అక్షిచ్ఛక్రానికి సరిగా వెలుపల వైపున ఉండే మాకులా అనే రెటీనా భాగం అతి సున్నితం (Sensitive) గా ఉంటుంది.

ఐరిస్ కు వెనుక వైపున పారదర్శకమైన ద్వీకుంభాకార కటకం ఉంటుంది. అది అవలంబక తంతువుల

(Suspensory ligaments) వలన సిలియరీబాడీతో బంధింపబడి ఉంటుంది. ఈతంతువు కటకం మందాన్ని, కుంభాకారత (Convexity) ను నియంత్రిత చేస్తుంది. దూరపు వస్తువుల్ని దగ్గర వస్తువుల్ని సరిగా రెటీనా మీద కేంద్రీకృతమయ్యేలా సద్దబాటు చేసే భాగవదే.

సిలియరీ బాడీ స్రవించే ద్రవాన్ని జలరూప రసం (Aqueous humour) అంటారు. కటకానికి ముందు ఉండే గుళు దీనితో నిండి ఉంటాయి. కటకం వెనుక భాగం బంక లేదా, గుడ్డు సొనలాంటి (Albuminous fluid) ద్రవముతో నిండి ఉంటుంది. దానిని కాచక రసం (Vitreous humour) అంటారు. దానివల్ల కనుగుడ్డుకు ఆకారం, దృఢ్యం ఏర్పడుతున్నాయి. రెటీనాకు కొరాయిడ్ తోనూ, అక్షిచ్ఛక్రంతోనూ సంబంధం ఉంటున్నది.

మాపుకు సంబంధించిన ప్రత్యేక అవయవం కన్ను. కాంతి కిరణాల్ని అది రెటీనామీద గ్రహించి, ఈ ప్రేరణాల (Stimuli) ను నేత్రనాడుల ద్వారా మెదడుకు పంపిస్తుంది. మెదడు వాటిని వివరిస్తుంది.

## ii. శ్రవణ వ్యవస్థ

### Auditory Apparatus

చెవులు, శ్రవణనాడులు, పెద్ద మెదడులోని శ్రవణ కేంద్రాలు, కలిసి శ్రవణవ్యవస్థ అవుతాయి.

వెలుపలిచెవి, మధ్యచెవి, లోచెవి అని చెవిలో మూడుభాగాలు ఉన్నాయి.

తల ప్రక్కనుంచి చొచ్చుకొనివచ్చే శ్రవణ పుటము (Auricle), బాహ్యశ్రవణకుళ్య (Acoustic Meatus) అనేవి వెలుపలిచెవిలో భాగాలు; బాహ్య శ్రవణకుళ్య అనే భాగాన్ని వెలుపలి చెవిని మధ్య చెవితో కలిపే నాళం లేదా కాలువ (Canal) అనవచ్చు. సుమారు 2 సెం. మీ. పొడవు ఉన్న వంకరకాలువ అది. దాని గోడలలో, రూపాంతరం చెందిన స్వేదగ్రంథులు



ఉన్నాయి. అవి స్రవించే గులిమి (Cerumen) గట్టిపడి (Impacted) ఒక్కొక్కప్పుడు పోటు, చెవుడు రావడానికి కారణమవుతుంది.

శ్రవణ నాళాన్ని, మధ్యచెవిని వేరు పరస్పర కర్ణభేరి (Ear drum) ఉంటుంది. ఇది శ్రవణ నాళానికి అడ్డంగా బిగువుగా ఉంటుంది.

కణశయముకలో ఉండే గహ్వర భాగాన్ని మధ్యచెవి అంటారు. ఈ గహ్వరపు గోడలకి లోపలివైపున ఎపిథీలియం పొరఉంటుంది. ఇందు లోనే శ్రవణ అల్పాస్థులు ఉన్నాయి. ఆకారాల్నిబట్టి వీటికి దాగలి, రికాబు, సుత్తి అని పేర్లు పెట్టారు. మధ్యచెవి గహ్వరాన్ని నాసికాగళంతో యూస్టేషియన్ నాళం కలుపుతూ ఉంటుంది. ఇక వెనుక వైపున మధ్యచెవి గహ్వరం చూచుకాకారవాయు కోశికలను కలిగి ఉంటుంది. గళసంస్పర్శములు మధ్యచెవిదాకా విస్తరించి, అక్కడ నుంచి చూచు కాకారవాయు కోశికలకు వ్యాపిస్తాయి. కర్ణభేరికి రెండు ప్రక్కల పీడనాలూ సరిసమానంగా ఉండే లాగ చేస్తుంది యూస్టేషియన్ నాళం. మధ్యచెవికి పృథ్వీసంరంధ్రాని, అండవృత్త సంరంధ్రానుల ద్వారా, లోచెవితో సంబంధం ఉంది.

లోచెవిని సంవృతాం (Labyrinth) అని కూడా అంటారు. దాని క్లిష్ట ఆకారమే అందుకు కారణం. అందులో కటాహము, సర్పిలక, అర్ధ వృత్తాకారపు కాల్యలు ఉంటాయి.

గాలిలోని ధ్వనితరంగాలు బయట బాహ్యశ్రవణ కుల్యలో ప్రవేశించి కర్ణభేరిని తాడిస్తాయి. అప్పుడది ప్రకంపిస్తుంది. ఈ ప్రకంపనాలు శ్రవణ అల్పాస్థులను చలంపజేస్తాయి. అవి ఆ కంపనాల్ని సర్పిలికా నాళంలో ఉన్న అంతర్లసీకకి, మధ్యచెవిలో ఉన్న కోర్టీ (Corti) కి అందజేస్తాయి. అంతట సర్పిలక నాడికి ప్రేరణ జరిగి తద్వారా స్పందనాలు మెదడుకు చేరతాయి.

వినడానికే కాకుండా తలకు సంబంధించిన కుదిరి

కకును, కదలికలకును సహకరించుట ద్వారా తొల్య సాధనకును లోచెవి ఉపకరిస్తున్నది.

### iii. ముక్కు

బయటి ముక్కులో ఎముక, మృదులాస్థి (Cartilage) ఉంటాయి. ముక్కు అక్షం, ముఖం అక్షానికి లంబంగా ఉంటుంది. నాసికా రంధ్రము (Nasal Cavity)ను, నాసికాకుడ్యం (nasal septum) కొంచెం ఇంచుమించు రెండు సమాన భాగాలుగ విడగొట్టింది. వాటి నిర్మాణం (Anatomical Structure) ఒకటే. నాసికాకుడ్యంలో కూడా కొంతభాగం ఎముక, మరి కొంతభాగం మృదులాస్థి ఉన్నాయి. దానిపైన మోచకత్తవ (mucus membrane) పొరఉంటుంది. పక్క గోడలో గట్టపంటి శంఖికలు (Conchae) ఉంటాయి. ప్రతి శంఖిక అడుగున కుల్య (meatus) అనే గాడి (groove) ఏర్పడుతోంది.

సాహాయ్యక నాసికా కోశికలను ఖాళీ జేయడం వల్ల ముక్కులోని కుల్యలకు ఎక్కువ ప్రాధాన్యం ఉంది. ముందువైపు సాహాయ్యక నాసికా కోశికలను ఉపరికుల్య ఖాళీ చేస్తుంది. వెనకవైపు కోశికల నన్నింటిని మధ్య కుల్య, నాసికా బాష్పక కోశాలన్నింటిని అధోకుల్య ఖాళీ జేస్తున్నాయి.

స్నేహో పాలోలైన్ గాంగ్లియన్ ద్వారా మేక్నిరి నాడిదగ్గరినుంచి ప్రాణనాడి వ్యాపిస్తోంది. ముక్కు కప్పలో ఉన్న జల్దేద వలకము ద్వారా వాసన తెలిపే ప్రాణనాడులు (Olfactory nerves) ముక్కులో ప్రవేశిస్తున్నాయి. అవి నాసికా కుడ్యపు పై భాగంపైన ఉపసరిస్పృలికలోపలి గోడలపైన కాఖోపకాఖలుగా విస్తరించి (Ramify) ఉన్నాయి.

మోచకత్తవ మీద, దాని లోపలి వైపున ఉన్న టిస్సూల (underlying tissues) మీద, ముక్కు చేసే పనులు ఆధారపడి ఉన్నాయి. ఊపిరితిత్తులకు వచ్చిపోయే గాలికి ముక్కు మార్గం. ఆ గాలిలోని

మలినాన్ని ముక్కు వడగట్టి ఆవసరమైనరీతి గాలిని చల్లబరుస్తుంది. లేదా వెచ్చజేస్తుంది, శ్వాస మార్గంలో ఉన్న మోచకపట్టిక (Mucous lining) కు బాధ కలిగించే పదార్థ మేదైనా గాలిలో ఉండేమోనని ఆ గాలిని ముక్కు రసాయనికంగా కూడా పరీక్ష చేస్తుంది. నాసామోచకి (Nasal mucosa) లో ప్రూజినాడులు ఉండుటచేత, ముక్కు ప్రూజేండియంగా పని చేస్తుంది. సరియైన శబ్దోచ్చారణకు ముక్కు తోడ్పడుతుంది.

#### iv. గళము (Pharynx or Throat)

పుర్ర కిందినుంచి సుమారు 5'' పొడవుగా ఉన్న గొట్టంవంటి నిర్మాణాన్ని గళము(pharynx) అంటారు. అది అంతర్గతిక(Oesophagus)అరంభం వరకు కిందకు ఉంటుంది. గ్రీవకశేరుకమునకు ముందు వైపున గళము ఉంది. కండరకణజాలం ఆవరించి ఉండి మోచకత్వచతో నిర్మితమైన నాళమిది. ఇందులో మూడు భాగాలు ఉన్నాయి. ముక్కు వెనక ఉన్న భాగాన్ని నాసికాగళిక అనీ నోటికి వెనక ఉన్న దాన్ని వదనగళిక అనీ కంఠ నాళం (Larynx) వెనుక ఉన్న దానిని కంఠనాళ గళిక అనీ అంటారు.

గళములోనికి 7 ద్వారాలు ఉన్నాయి:-

1. ముక్కు వెనక వైపు ద్వారాలు రెండు (నాసికాగళికలోకి),
2. రెండు యూస్టిషియన్ నాళాలు (నాసికా గళిక లోకి).
3. నోటి దగ్గరి నుంచి కంఠనాళ గళికలోకి ఒకటి.
4. కంఠనాళగళిక నుండి వదన గళికలోనికి ఒకటి
5. కంఠనాళగళిక నుంచి అంతర్గతికలోకి ఒకటి ఈ ద్వారాలు ఉన్నాయి.

ముక్కు వెనక ద్వారాలకు ఎదురుగా నాసికా గళిక వెనకగోడలో లిసికాత్మక కణజాలంతో

రూపొందిన అడినాయిడ్లు (Adinoids) ఉన్నాయి. అవి పెద్దవైతే ముక్కుద్వారా శ్వాసింపడం కష్టము, ఒకప్పుడు అసాధ్యం కూడా కావచ్చు.

పేరిటైన్ టాంసిట్ల, లింగ్యుయల్ టాంసిట్ల అనే రెండు జతల లిసికాత్మక కణజాలాలు గళమూలం (Oropharynx) లో ఉంటాయి. టాన్సిలెక్టమీ (Tonsilectomy)లో పేరిటైన్ టాన్సిల్స్ను తీసివేస్తారు. ఆహార నాళానికి, శ్వాస నాళానికి-అవి రెండూ దేనికది విడిపోయే వరకు- గళము ఉమ్మడిమార్గంగా పని చేస్తుంది. సరియైన శబ్దోచ్చారణలో గళానికి ప్రధాన పాత్ర ఉంది. గళపు ఆకారంలో మార్పువల్ల, రకరకాల అచ్చుధ్వనులు ఉత్పన్నమవుతున్నాయి.

గళసంబంధ కండరాలకు సాహాయ్యక నాడి కండరాల ద్వారా సరఫరాలు అందుతాయి.

బాధాకరములు అయినప్పుడు అడెనాయిడ్స్ను, టాన్సిల్స్ను తీసివేస్తారు.

#### v. పళ్లు (Teeth)

పైదవడతోనూ, కింది దవడతోనూ ఉన్న గుంటల (Sockets)లో పళ్లు బిగింపబడి ఉంటాయి, పళ్లు రెండు వర్గాలు (Sets): తాత్కాలిక వర్గం, శాశ్వతవర్గం. దవడకు 10 చొప్పున 20 పాల పళ్లు (Milk Teeth) ఉంటాయి. మధ్యరేఖ నుంచి చూస్తే అవి అటూ ఇటూ 2 కొరుకుడుపళ్లు (Incisors), 1 కోరపన్ను (Canine), 2 దంతాలు (Molars) చొప్పున ఉంటాయి. శాశ్వతమైన పళ్లు దవడకు 16 చొప్పున మొత్తం 32 ఉంటాయి. మధ్యనుంచి అటూ ఇటూ చూస్తే, ప్రతివైపున 2 కొరుకుడు పళ్లు, 1 కోరపన్ను, 2 చిరుదంతాలు (Premolars), 3 దంతాలు చొప్పున ఉంటాయి.

పసిబిడ్డకు మొదటిసారిగా పన్ను, (సామాన్యంగా కింది దవడలో మధ్యకొరుకుడు పన్ను) ఆరో నెలలో వస్తుంది. తరువాత పక్కకొరుకుడు పళ్లు వస్తాయి. 12-15 నెలల వయస్సులో మొదటి

దంతాలు వస్తాయి. 18 నెలల వయస్సులో కోరపళ్ళు, ఇతర దంతాలు 20 నెలలకు వస్తాయి.

ఏడాది వయస్సు బిడ్డకి 8 పళ్ళు - చెరొక 4 కొడుకుడుపళ్ళు చొప్పున రెండుద వడలకు-వస్తాయి. సుమారు ఆరేళ్ల వయసు వచ్చేటప్పటికి పాలపళ్ళు రాలిపోయి, శాశ్వతమైన పళ్ళు రావడం మొదలవుతుంది. 17-45 సంవత్సరాల వయస్సులో జ్ఞాన దంతాలు (Wisdom Teeth) అనే ఆఖరి దంతాలు వస్తాయి.

ప్రతి పంటిలో మకుటము, గ్రీవము, మూలము అనే భాగాలు ఉన్నాయి. చిగురు (Gum) అంచునుండి పైకి ఉన్న భాగాన్ని మకుటము అంటారు. చిగురు అంచు, పంటి గ్రీవము అనే భాగాన్ని ఆవరించి ఉంటుంది. గ్రీవమనే భాగానికి దిగువున ఉన్న భాగం మూలము. ఇది స్థానిక (దవడ ఎముకలోని గుంట) లో పొదిగినట్టు ఉంటుంది. దంతిక (Dentine) అనే గట్టి పదార్థంతో పన్ను తయారైంది. పన్ను మధ్యలో పిష్టికా గహ్వరం (Pulp cavity) ఉంటుంది. అందులో సుధానక పేళికాకణాలు, రక్తనాళాలు, నాడులు ఉంటాయి. చిగురుపైన ఉన్న దంతిక మీద దానికంటే కఠినమైన యనామిల్ (పింగాణీ) పొర ఉంటుంది.

ఆహారాన్ని కొరకడానికి, నమలడానికి పళ్ళు ఉపయోగిస్తాయి. కొన్ని మాంసాహార జంతువులకు కోరలు పెద్దగా ఉంటాయి. ఆ జంతువులు ఆహారాన్ని చీల్చుకొని తినడానికి వాటిని బాగా ఉపయోగించు కుంటాయి. ఆ కోరపళ్ళ ఉపయోగం

తగ్గిపోవడం వల్ల ముఖంలో అవి అంతస్సుటంగా లేవు. పళ్లను ఆరోగ్యం (Hygienic)గా ఉంచుకోవాలి. భోజనానికి ముందు, భోజనం చేసిన తరువాత, నిద్రపోయేటప్పుడు బ్రష్ తో వాటిని శుభ్రంగా తోమాలి. భోజనానికి, భోజనానికి మధ్య గానీ, నిద్ర (In bed) లో గానీ స్వీట్లు, చిరుతిళ్ళు (Snacks) తినకూడదు. పళ్లజబ్బులకి సామాన్యంగా అవే కారణం. అప్పుడప్పుడు, నెల కొకసారి, క్రమపద్ధతిలో దంతవైద్యుని సంప్రదించడం అవసరం.

## REFERENCES

1. Helen L. Dawson. Basic Human Anatomy.
2. Catherine Parker Anthony. Text-book of Anatomy and physiology.
3. Evelyn C. Pearce. Anatomy and physiology for nurses.
4. Simson Hall and Bernard H. Colman. Diseases of Nose, Throat and Ear.
5. Gray's Anatomy - 35th Edition.

ఆంగ్ల మూలము:-

డా. యస్. కుమారి.

తెలుగు:-

1. డా॥ పోరంకి దక్షిణామూర్తి
2. డి. వి. ఆర్. భాస్కర శాస్త్రి.

# 115. ఔషధ శాస్త్రము

(PHARMACOLOGY or THERAPEUTICS)

ఔషధము (Drug):-

జబ్బును నివారణ చేయుటకైగాని. తగ్గించుటకు గాని, బాధను పోగొట్టుటకు గాని ఔషధము (డ్రగ్) వాడతారు. ఫ్రెంచి భాషలోని 'ద్రోగ్' అను మాటనుండి 'డ్రగ్' అనే పదం వచ్చినది. అందు దానికి 'ఎండిన మొక్క' అన్న అర్థము. అన్ని జంతువులలోగల అవయవాలపై మందుల చర్యలను తెలిపే శాస్త్రము ఔషధ శాస్త్రము (Pharmacology). సృష్టిలో దొరకు మందుల గుణగణాలు ఫార్మాకొగ్నోసి (Pharmacognosy)తో ఉంటాయి. డిస్పెన్సింగ్ ఫార్మాసీ (Dispensing Pharmacy) మందులను మనుషులకు ఎలాగ కలిపి ఇవ్వాలి చెప్పుతుంది. ఔషధాలను వ్యాపార సరళితో తయారుచేయడము ఫార్మాకూట్స్ (Pharmacutics) తో ఉంటుంది. మందు ఎంత, ఎన్ని సార్లు, ఏ విధంగా ఇవ్వాలి అనే విషయాలు పోసాలజీ (Posology) చెపుతుంది. రోగాలకు ఔషధాలను ఎలాగ వాడవలెనో తెరపుటకొన్ (Therapeutics) తెలుపుతుంది.

ఔషధ ప్రవేశ మార్గాలు (Routes of drug-entry) :-

1. మౌఖికమార్గము (Oral route) :-

ఉదా॥ సల్ఫోనామైడులు. ( Sulphonamides )  
క్లోరో మైసిటిన్ మొద॥

2. అంత్రతరమార్గం(Perenteral route):-

ఉదా॥ ఎమెటిన్ హైడ్రోక్లోరైడ్ (Emetine Hydrochloride), స్ట్రెప్టోమైసిన్ (Streptomycin) మొద॥

3. శ్వాసమార్గము (Respiratory route) :-

ఉదా॥ ఈథర్ (Ether) ట్రైలీన్ (Trilene), మొవలగునవి.

4. మర్దన మార్గము:- (Inunction)

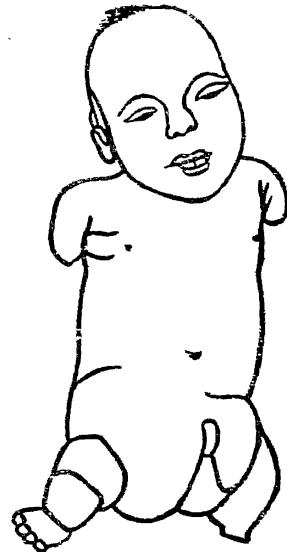
ఉదా॥ కర్పూర తైలపు లినిమెంటు.

5. మలద్వార మార్గం (Rectal route) :-

ఉదా॥ చినీమోఫాన్ (Chenimofon)

ప్రిస్క్రిప్షన్ (Prescription) :-

రోగికి ఔషధాలను ఇవ్వడానికి ఫార్మసిస్టు (Pharmacist)కు వ్రాతపూర్వకమైన లాకిదును వైద్యుడు ఇస్తాడు. అప్పుడప్పుడు మందులను



తల్లి గర్భవతిగ నున్నప్పుడు థేలిడోమైడ్ సేవిస్తే, పిల్లలలో తాళ్లచేతులలో లోపాలు (సీలుచేపకాళ్లవలె) కనపడతాయి. (డా. R. A. ఫ్రెవర్; మున్స్టరువారి సౌజన్యముతో.)

వాడుతున్నపుడు కొన్ని అసాధారణ వై పరీత్యాలు (Untoward reactions) వస్తాయి : ఉదా॥ సలో నామైడులతో చర్మముపై వచ్చే ఎక్స్‌ఫోలేయిటిస్ డెర్మిటైటిస్ (Exfoliative dermatitis). ఒకప్పుడు ఒకే మందును ఎక్కువ కాలము వాడితే కొత్త జబ్బులు కూడ రావటము కలదు. ఉదా॥ క్లోర్ ప్రోమైజైన్, (Chlorpromazine) పార్కిన్ సోనియన్ రోగము (Parkinsonian syndrome. గర్భవతులు తెలిడోమైడ్ (Thelidomide) ను మానసిక ఆందోళనకు వాడినపుడు శాశ్వతమైన వికృతాకారపు శిశువులను కంటారు. కందుచే ఔషధాలను జాగ్రత్తగ వాడాలి. (చూ : ఎదుటి పుటలోని చిత్రము).

**రక్తసంచార కోశముపై మందులు :-**

సంచిత రక్తాధిక్యతతో కూడిన హృదయ ధర్మభంగము (Congestive Heart failure) లో డిజిటాలిస్ ( Digitalis ) మందులు ఉపయోగిస్తారు. అవి హృదయ కండరపు సంకోచ శక్తి (Myocardial-contraction force) ని పెంచి నాడీ వేగమును తగ్గించునవి అని విలియం విదరింగ్ (William Withering) 1785 లో కనుగొన్నాడు. అరిథ్మియల్ ఫిబ్రిల్లేషన్ (Auricular fibrillation) లో క్వినిడిన్ (Quinidine), ప్రొకైరె అమైడ్ (Procaine-amide) హృదయ వేగమును తగ్గించును. కొరోనరీ థ్రాంబోసిస్ (Coronary thrombosis) లో రక్తము గడ్డకట్టుకుండ ఆపుటకు హెపెరిన్ (Heparin), డైకుమరల్ (Dicoumarol) వంటివియున్నా, తలనొప్పి తగ్గడానికి మార్ఫిన్ సల్ఫేటు, (Morphine Sulphat) నూ వాడతారు. ఎంజైనా పెక్టోరిస్ (Angina Pectoris) లో హృదయ రక్తనాళాలను వ్యాకోచము చేయుటకు, గ్లిసెరల్ ట్రై నైట్రిట్ (Glyceryl Trinitrite), ఎథిల్ నైట్రిట్ (Ethyl nitrite) లు వాడాలి. పెరిఫెరల్ నర్క్యు

లేటరీ ఫైల్ట్రేరు (Peripheral circulatory failure) లో నార్ ఎడ్రెనలైన్ ను (Nor adrenaline I. v. drip) ఇచ్చుటవలన రక్తపోటు పెచ్చును. రక్తపోటు ఎక్కువ (Hypertension) ఉన్నప్పుడు హైడ్రాలజిన్ (Hydralazine), పొలితమైడ్ (Polythiazide), గ్వాంతిడిన్ (Guantidine) లు వాడుదురు. పాండురోగము (Anemia) లో ఫెర్రస్ సల్ఫేటు, B<sub>12</sub>, ఫోలిక్ ఆమ్లము (Folic acid), కాలేయసారము (Liver extract) వాడిన నివారణ అగును. రక్తస్రావణలో రక్తము గడ్డకట్టుటకు K విటమిన్ కోయ్యుగ్యులర్ (Coagular) ఇస్తారు.

**డయాబిటీస్ మెల్లిటస్ లేదా మధుమేహము (Diabetes mellitus) కు ఇన్సులిన్ (Insulin), క్లోర్ ప్రోమైడ్ (Chlor promide) లు వాడాలి.**

**మూత్రపిండములపై ఔషధాలు :-**

మూత్రకార ఔషధాలు (Diuretics) : ఇవి నంజు (Oedeme) లో ఇస్తే మూత్ర పరిమాణమును ఎక్కువ చేస్తాయి. ఉదా॥ మేర్ సలల్ (Mersalyl), ఆల్ డెక్టోన్ (Aldactone), క్లోర్ తమైడ్ (Chlorthiazide). వీనిని ఎక్కువ వాడుటవలన లవణములు అధికముగ బయటకు పోవుటచే, లో సాల్ట్ సిండ్రోమ్ (Low salt syndrome) వచ్చును.

**మూత్ర నిరోధక ఔషధాలు (Antidiuretics):**

డయాబిటీస్ ఇన్ సిపిడస్ (అతిమూత్రము) అనే జబ్బులో మూత్రనిరోధక హార్మోన్ (Antidiuretic Hormone) ను ఇవ్వాలి. శ్వాసనాళముల ఉబ్బసం (Branchial asthma) లో ఎమినోఫిల్లిన్ (Aminophyllin), ఎడ్రెనలిన్ (Adrenoline Hydrochloride) లను ఇస్తారు.

వాంతికరము (Emetics) లనగా, వాంతిని కలుగజేయునవి: ఉదా॥ ఎపోమార్ఫిన్, (Apomorphine), సోడియం క్లోరైడ్ (Sodium chloride).

వాంతి నిరోధకములు (Antiemetics) :-  
డ్రామమైన్ (Dramamine), క్లోర్ ప్రోమజైన్ (Chlorpromazine) లు వాంతులను నివారణ చేయును.

జఠరాశయ ఆమ్లవిరోధులు (Gastric antacids) :-

అల్యూమినియం హైడ్రాక్సైడ్ జెల్ (Aluminium Hydroxid gel) వంటి మందులను పెప్టిక్ ఆల్సరులో వాడతారు.

విరేచనకారులు (Purgatives) :

సెన్నా (Senna), ఆముదము (Castor oil), సోడియం సల్ఫేట్ (Sodium sulphate) మొదలగు నవి భేదలను కలుగజేయును. ఎస్ట్రింజంట్లు (Astringents) విరేచనములను ఆపు చేయును: ఉదా॥ బిస్మత్ కార్బోనేట్ (Bismuth Carbonate), కెయాలిన్ (Kaolin).

విటమినులు (Vitamins) :-

క్రోవ్యులో కరిగే A విటమిను రేపీకటిలోనూ, D విటమిను రికెట్సులోనూ, E ను కండరముల దిస్ట్రోఫీ (Muscular dystrophy) లలోనూ, వాడతారు. నీటిలో కరిగే B<sub>1</sub> ను బెరిబెరికి; రైబో ఫ్లేవిన్ (Riboflavine), నికొటినిక్ ఆసిడ్ (Nicotonic acid) లను నాలుకపూతలోను, పైరిడాక్సిన్ (pyridoxin) ను వేవిళ్ళకునూ, కొలీన్ ను కాలేయపు సిర్రోసిస్ (Liver Cirrosis); లోనూ, C ను స్కర్వి (Scurvy) లోనూ, P ను కేశనాళికా రక్తస్రావణ నిరోధకమునకూ, వాడాలి.

కేంద్ర నాడీమండలము

(Central nervous System): ఈ మండలపు

జబ్బులలో డెక్సిడ్రైన్ (Dexidrine) ను పెద్ద మెదడు (Cerebrum) ను ఉత్తేజ పరచుటకు ఉపయోగిస్తారు. పరీక్షలలో విద్యార్థులు రాత్రిపూట ఎక్కువగా మేలుకోడానికి కొందరు దీనిని వాడుతున్నారు. దీనిని ఎక్కువ వాడుటవలన చదివినది సరిగా జ్ఞాపకముండక పోవటమే కాకుండా, సైకోసిస్ (Psychosis) కూడ వచ్చును.

మానసికౌషధములు (Psychopharmological agents), మానసిక ఉత్తేజకములు (Psychic stimulants) :

ఇమిప్రమైర్ (Imipramine), ఇప్రోనియాజిడ్ (Iproniazid) లు మానసిక దౌర్బల్యము (Psychic depression) ను వాడెదరు. ట్రాంక్విలైసర్లను మానసికాందోళనము తగ్గించేందుకు ఉపయోగిస్తారు: ఉదా॥ క్లోర్ ప్రోమజైన్ (Chlorpromazine), క్లోర్ డైయజపాక్సైడ్ (chlordajapoxide). శ్వాస కేంద్ర ప్రేరేపణ (Respiratory Central stimulation) చేయటానికి ఎనలెప్టిక్కుని వాడతారు. ఉదా॥ నికేతమైడ్ (Nikethamide), లెప్టాసోల్ (Leptasol). సామాన్య ప్రజానీకములో ఎతిల్ ఆల్కహాల్ (Ethyl alcohol) ను ఉత్తేజకముగ భావిస్తారు; కాని నిజముగ ఇది కేంద్రీయ మాంద్యకారకౌషధ (Central depressant) మే. శస్త్ర చికిత్స చేయునపుడు తెలివి తప్పించి నొప్పితెలియకుండచేయు మందులను జనరల్ ఎనస్థెటిక్స్ (General Anesthetics) అంటారు. ఉదా॥ ఈథర్ (Ether), హెలోథేన్ (Helothene). స్థానికముగ మొద్దుబారించి నొప్పి లేకుండ చేయు వానిని లోకల్ ఎనస్థెటిక్స్ (Local anesthetics) అంటారు: ఉదా॥ కొకైన్ (Cocaine), ప్రొకైన్ (Procaine).

**బాధా నివారక నిద్రాకరోషధాలు** (Anodyne hypnotics): అంతర అవయవ బాధ (Visceral pain)ను నివారించి నిద్రను కలుగజేసేవి మార్పిన్ (Morphine), పెథిడిన్ (Pethidine) మొదలైనవి.

**కేవల నిద్రకరోషధములు** (Nonanodyne hypnotics) :-

ఉదా || ట్రైయెనాల్ (Trional), పారాల్డి హైడ్ (Paraldehyde).

**బాధా నివారకములు** (Analgesics):- శారీరక సంబంధమగు నొప్పిని నివారణ చేయుటకు (Aspirin) ఏస్పిరిన్, ఇర్గాపైరిన్ (Irgapyrin) మొదలగు వానిని వాడెదరు.

**మూర్ఛ రోగపు మందులు.** (Antiepileptics):

**పెద్దమూర్ఛ** (Grand mal) : పెంటోయిన్ సోడియం (Phenytoin Sodium), ఫినోబార్బిటోన్ సోడియం (Phenobarbitone Sodium).

**పెటిటోమాల్** (Petitmal) : ట్రైడయోన్ (Tridion). ఫినాసిమైడ్ (Phinacemide).

**అభ్యాసకారకౌషధములు** : (Drugs of addiction) : కొందరికి నల్లమందు, ఆల్కహాలు, గంజాయి, మారిజుయానా మొదలైన మందులు అలవాటు అయిన తరువాత ఎక్కువగా సేవించటము మొదలు పెడతారు. శారీరకముగనే గాక మానసికంగా వారు వీటికై అలవాటు పడటమువలన అందుకొరకై ఎలాంటి నేరమైనా చేస్తారు.

**స్వచ్ఛంద నాడీమండలము** (Autonomic nervous system).

**అనుకంపా నాడులు** (Sympathetic stimulants) : ఉదా|| ఎండ్రినలిన్ (Adrenaline) నాల్ ఎండ్రినలిన్ (Nor adrenaline).

**అనుకంప నిరోధకములు** : (Sympathetic blockers) : ఫెంటోలమైన్ (Phentolamine)ను ఫియోక్రోమోమా సైటోమా. (Pheochromocytoma) ను వాడెదరు. పేరాసింపతిటోక్ ఉత్తేజకములు (Paresympathetic stimulants) ను మెతాకొలిడ్ ను మూత్రాశయ కండరాలను ప్రేరేపించి మూత్రవిసర్జన చేయటానికి ఫైస్టోస్టిగ్మిన్ (Physostigmine)ను కంటితోకేసి గ్లౌకోమా (glaucoma) కు ఉపయోగిస్తారు. పేరా సింపతిటోక్ స్తంబనములు (Para Sympathetic blockers) : హోమ్ ఎట్రాపిన్ (Homeatrapine)ను కంటితోని దృష్టిలోపమును పరీక్షచేయుటకై వాడెదరు. గాంగ్లియల్ నిరోధకౌషధములు (Gangliar blockers) : పెంటా మెతోనియం (Penta methonium), ఎన్సోలైసిన్ (Ansolisin)ను ప్రమాదపు నెత్తురు పోటు వ్యాధి (Malignant hypertension)లో వాడెదరు.

**కెమోథెరపీ** (Chemotherapy) :- మలేరియా వ్యాధి, ప్లాస్మోడియం (Plasmodium) అనే పేరేసైటు వలన కలుగుతుందని సికింద్రాబాద్ (ఆంధ్రప్రదేశ్) లో స్వర్ణీయ సర్ రోనాల్డ్ రాస్ (Sir Ronald Ross IMS) కనుగొన్నారు. దానికి క్లోరోక్విన్ (Chloroquin) ఇస్తారు. ఫైలేరియా (Filaria) అనేది బోదకాలు కలుగ చేస్తుంది. దానికి హెట్రాజాన్ (Hetrazay) ఇస్తారని ప్రఖ్యాత భారత శాస్త్రజ్ఞుడు స్వర్ణీయ యల్లాప్రగడ సుబ్బారావు (లెడర్జీ కంపెనీ) కనుగొన్నారు. ఎమీబిక్ డిసెంట్రి (Amoebic dysentery)లో ఎమెటిన్ హైడ్రోక్లోరైడ్ (Emetine hydrochloride), మెట్రోనిడాజోల్ (Metronidazole) ఇస్తారు. అంత్రావ్యాధి (Ascariasis)లో పిపర్ టీర్ సిట్రేట్ (Piperazine Citrate) వాడతారు. కొంకి పురుగుల (Hook-worms) కు

టెట్రాక్లోర్ ఇథలీన్ (Tetra Chlorethylene) ఇస్తారు. ఎలికపాములజబ్బు (Taeniasis) కు మెపాక్రిన్ (Mepacrine) వాడాలి.

**మూత్ర క్రిమి సంహారకాలు** (Urinary antiseptics) : నైట్రోఫురంటాయిన్ (Nitrofurantine), మేండిల్ అమైన్ (Mandelamine).

**క్షయవ్యాధి నిరోధకాలు** (Anti tuberculosis drugs) : స్టెప్టోమైసిన్ (Streptomycin), ఐసోనియాజైడ్ (Isoniazide).

**కుష్టువ్యాధి (Leprosy) కి డాప్సోన్ (Dapsone), లాంప్రీన్ (Lamprene) లను, కాలాఅజార్ (Kalaazar) కు యూరియా స్టిబమైన్ (Urea Stibamine) ఇస్తే నయమవుతుందని భారతీయ శాస్త్రజ్ఞుడు డా॥ బ్రహ్మచారి కనుగొన్నారు. పెన్సిలిన్ (Penicillin ను) సిఫిలిస్ (Syphilis) కు, సల్ఫోనామైడ్ (Sulphonamide) లను మైసింజైటస్ తోనూ వాడెదరు. క్లోరోమైసిటిన్ (Chloromycetin) ను సన్నిపాత జ్వరం (Typhoid fevers) కు, కోరింతదగ్గు (Whooping Cough) కు ఉపయోగిస్తారు.**

**బిడ్డసంచిన గర్భముతో నున్నప్పుడు సంకోచము చేయు పదార్థాలను ఎక్బోలిక్స్ (Ecbolics) అంటారు. అవి పిటోసిర్ (Pitocin), ఎర్గోమెట్రీన్ (Ergometrin). గర్భస్రావము (Abortion) ను అరికట్టడానికి ఆశోకా, లోద్రా మొదలగు మందులను వాడాలి. ఇవి యూటెరైన్ సెడిటివులు (Uterine Sedatives). మౌఖికమార్గమున గర్భనిరోధకములు (Oral contraceptives) : వీటిని స్త్రీలు సేవించిన తరువాత (Ovum), అండాశయము (Ovary) నుండి రాకుండా అపబడును. జనాభా పెరుగుదలను అరికట్టటకు వీటిని విస్త్ర**

రముగా వాడుచున్నారు. నెలకొకసారి ఇంజక్షన్ డిపో ప్రోవీరా (Depot Provera) స్త్రీలకు ఇచ్చుటవలన గర్భనిరోధకమునకు పరిశోధనాత్మక ప్రయోగముల (Experimental trials) ను మన భారతదేశములో కూడ చేయుచున్నారు. ఖడ్బుటదపు (Cancer) కు వినోస్టిన్ ను ఎక్సిమియాలో మస్టిన్ హైడ్రోక్లోరైడ్ (Mustine hydro-Chloride), పూరినెథాల్ (Purinethol) ను వాడెదరు. అన్ని దేశములలోను శాస్త్రజ్ఞులు కొత్త మందులు కనుగొంటున్నకొద్దీ జబ్బులు కూడ వాటికి నయము కాకుండా కొత్త మార్గములు తొక్కుట వలన మానవుని మేధాశక్తికి సవాలుగ నున్నది.

## REFERENCE BOOKS.

1. The Pharmacological basis of therapeutics. By Louis S. Goodman. M. A., Ph. D., DSC and Alfred Gilman Ph. D. 4th Edition, 1970. Macmillan.
2. Pharmacology and Pharmacotherapeutics. 3rd edition. By Satoskar R.S., M.B., Ph.D. and S. D. Bhandarkar M.D., F.R.C.P. 3rd Edition, 1973. Popular Prakashan. Bombay.
3. Pharmacological principles of Medical practice. Kratoch & Carr. Revised by P. M. Aviardo M.D. 8th Edition. 1972. William Wilkins.
4. Pharmacological principles of Therapeutics. by Gilman Ph.D., M.D., FACP.



TELUGU

సుందరరావు D. M. S. 1966. మధురా.-  
పబ్లికేషన్సు, మద్రాసు.

1. మనము మన దేహస్థితి. "బౌషధకాండ"  
1, 2, 3, భాగములు. By. Dr. గాలి బాల

డా॥ వి. సీతారామయ్య.

## 116. పిల్లల వ్యాధులు

(Pediatric Diseases)

పిల్లలు ఆ రే వృద్ధింది మొదలు 12 లేక 16 సంవత్సరముల వరకు అని అంతర్జాతీయంగా పిల్లల వైద్యులు నిర్ణయించుకున్నారు. మన వైద్యులు 12 సంవత్సరముల వరకే పిల్లలు, అని నిర్ణయించుకొని, అంతవరకే వారికి పిల్లల వైద్యులలో పదకలు ఏర్పాటుచేసుకొని, వైద్యము చేయుచున్నారు. పన్నెండు సంవత్సరముల లోపల ఉన్నవారి శాతము మన దేశములో ఎక్కువగా వుండుటచేతను. యీ వయస్సులో వున్నవారికే వ్యాధులు ఎక్కువగా వుండుటచేతను, అంతవరకే పరిమితముగా పిల్లల వైద్యులలో చికిత్స చేయుటకు నిర్ణయించుకొనిరి. కనుక మనముకూడా ఆ వయస్సుకే పరిమితమైన వ్యాధులను మాత్రమే పిల్లల వ్యాధులుగా భావించి తెలుసుకొందము.

మొదటి నెలలో వచ్చు వ్యాధులు.

1. మొదటి రోజున 'కామెరలు', అనగా కళ్ళు పళ్ళు పచ్చబడుట కనిపించినచో, అది రక్తము విరిగి అట్టగుటచే చాల ప్రమాదమైన వ్యాధిగా భావించవలెను. దానికి ఒక కారణము ఎరిత్రో బ్లాస్టోసిస్ (Erithro Blastosis); అంటే పరిపక్వము లేని రక్తకణములు ఎక్కువగా వుండి యీవ్యాధిని సూచింపజేయును. దీనికి బిడ్డయొక్క ఆసలు రక్తము తీసి, తిరిగి మంచి రక్తము ఎక్కించవలెను. ఇది పిల్లల పెద్ద ఆసుపత్రులలో

చేయుదురు. అందచేత గమనించగానే అటువంటి నిపుణులు వున్నచోటికి చేర్చుట మంచిది.

2. పుట్టినపుడు ఏవైనా సాంస్కరికములగు (Infection) క్రిముణులైన వ్యాధి సక్రమించిన. ఒక్కొక్కప్పుడు ఎక్కువ జ్వరము-లేదా రక్తము విరిగి. కామెరలు-రావచ్చును. ఇప్పుడు అనేక రకములైన క్రిమిసంహారక బౌషధములు వున్నాయి. కనుక తగు చికిత్స చేయించి వ్యాధినుండి కోలుకొనునట్లు చేయవచ్చును.

3. పుట్టుకతో అంగవైకల్యములు (Congenital Anomalies) ఏయినా వున్నయెడల ప్రాణమునకు హాస కలుగవచ్చును. ఈ వైకల్యము పూరితిత్తులలో గాని, గుండెలోకాని, మెదడులో గాని, ఉచ్చతిత్తులలోగాని వుండవచ్చును. ఇవన్నియూ పెండంకడనే వైద్యులు నిర్ణయించి తగు చికిత్స చేయుదురు. వీటికి ముఖ్యముగా శస్త్రచికిత్స చేయవలసి వుండును.

మొదటి సంవత్సరము వచ్చు వ్యాధులు:

1. మామూలుగా అభివృద్ధి చెందుచున్న మన ఖోటి దేశముల (Developing Nations)లో పిల్లలకు వచ్చు వ్యాధులలో ముఖ్యమునవి పోషక ఆహారముల లోటువలన వచ్చునవి (Nutritional Deficiency Diseases) :

(a) అన్ని పోషక ఆహారములు సమముగా, తగ్గినపుడు దేహము శుష్కించి సన్నబడిపోవును. దీనిని ఎండురోగము (Marasmus) అనెదరు.

(h) మాంసకృత్తులు ఎక్కువగా లోపించుట (Protein Deficiency) “పుబ్బరోగము” వలన రావచ్చును. ఈ రోగము వచ్చినవారికి కాళ్ళు, బుగ్గలు, ఎక్కువగా నీరుపట్టి వుండును. పొట్ట పుబ్బరముగా వుండును. తల వెంట్రుకలు గరుకు పారి గోధుమవర్ణమునకు తిరుగును. మానసిక స్థిమిత లేక ఎప్పుడూ విసుగుగా ఏడ్చుచుండురు. దీనితో ఇతర విటమినులు తగ్గి వాటి సాబంధ మయిన వ్యాధులు కూడ వుండి గ్రుడ్డివారగుటకు కూడ అవకాశము కలదు.

మెదడు చిన్నతనమునందే ఎక్కువగా పెరిగి పోషక ఆహారములను కోరును. కనుక చిన్నప్పుడు దెబ్బతిన్న మెదడుకు తరువాత ఎంతచికిత్స చేసిననూ తిరిగి కోలుకొనక, తెలివిలేటలు చాలా లోపించును. ఈ మాంసకృత్తులు లోపించి కలిగిన పుబ్బరోగమునకు ఆఫ్రికను బాషలోని - తదుపరి ఆంగ్లభాషలోను యథాతథముగా ఉంచిన - పేరు “క్వాషియర్కరు” (Kwashiorkor).

**ఆహారమున విటమినుల లోపము వలన కలుగు వ్యాధులు**  
(Vitamin Deficiency Diseases) :

పేదరికం ఎక్కువగా వుండి పిల్లలకు సరిఅయిన పోషణ ఇవ్వలేని మనబోటి దేశములలో యీ వ్యాధులను గురించి ముందుజాగ్రత్త తెలివి లేటలతో తీసుకొనుట చాల అవసరము.

**1. విటమిను “ఎ” (Vitamin A) లోపము** వలన ముఖ్యముగా కంటిలో పొర, రేచీకటి ఏర్పడి గుడ్డి వారగుదురు. మన దేశములో పిల్లలు గ్రుడ్డి వారగుటకు ఇది చాల ముఖ్యకారణము. అందుచే బీద పిల్లలకు విటమిన్ ఎ ఇంజక్షను కొంచెము అనుమానముగా నున్నప్పుడు 6 నెలలకు ఒకసారి యిచ్చినను మన చిరువయస్సులోని పిల్లలను గుడ్డి తనము నుండి రక్షించగలుగుదుము.

## 2. విటమిను “బి” కాంప్లెక్సు (Vitamin B Complex)

దీని లోపమువలన కూడా ఉబ్బరోగము వచ్చును. నరములు బలహీనపడి కాళ్ళుపీకుడు, అరచేతుల మంటలు వచ్చును.

దంపుడు బియ్యము, పట్టుతక్కువ మిల్లు బియ్యము తినిన యీ రోగము రాకుండును. తాటి బెల్లము, తవుడు కలిపి, బిస్కట్లవలె చేసుకుతినిన బీదవారికి చౌకలో యీవ్యాధుల నివారణ, నిరోధము కలుగును.

## 3. సి విటమిన్ (Vitamin C)

ఇది రసమునిచ్చు నారింజ, కమలా, మామిడి మొదలైన పండ్లయందును, వుసిరిక కాయల యందును ఎక్కువగా లభించును.

పసిపిల్లలకు ఇది లోపించినపుడు కాళ్ళదగ్గర వాచుట, నొప్పి, రక్తక్షీణత (Anaemia) కలుగును. తల్లికి ఆహారపోషణ బాగా ఉంటే, తల్లిపాలద్వారా చంటి పిల్లలకు యీలోటు రాకుండును.

## 4. డి విటమిన్ (Vitamin D)

చంటి పిల్లలకు సూర్యరశ్మి తగిలినచో యీ లోటు చాలావరకు తీరును. పిల్లలకు “కాడ్ లివరాయిలు” (Cod Liver Oil) చుక్కలుగాని, “డి” విటమిను కలిగిన మందుల చుక్కలు గాని యిచ్చిన దీని లోటువలన వచ్చు ‘రికెట్సు’ (Rickets) అను బొమికల వంకర వ్యాధిని నివారింపవచ్చును. దీని లోపము వలన బొమికలు వంకరపోయి కీళ్ళ కణుపులు వాచి వెడల్పుగా అవుపించును. సూర్యరశ్మి యింత విరివిగా వున్న మనదేశములో పిల్లలను వుదయము కొంచెంసేపు సూర్యరశ్మిలో వుంచిన ఎంతైనా ఆరోగ్యకరము.

**మిగతా యితర విటమినులు**

విటమిన్ ఇ.యమ్.పి. (E. M. P.) మొదలైనవి

కూడా వున్నవి. సరి అయిన ఆశుకూరలు, పోషక ఆహారములు పిల్లలకు ఇచ్చిన సర్వతోముఖముగా వారి ఆరోగ్యమును కాపాడవచ్చును.

**అంటువ్యాధులు:**

- (1) మసూచి (Small Pox)
- (2) కోరింత దగ్గు (Whooping cough)
- (3) గొంతువాతము (Diphtheria)
- (4) ధనుర్వాతము (Tetanus)
- (5) చచ్చువాతము (Polio Myelitis)
- (6) ఆటలమ్మ (Chickenpox)
- (7) తట్టమ్మ, వేపపూత (Measles)

మొదలైన అంటువ్యాధులు విరివిగా వచ్చి పిల్లల ఆరోగ్యమునకు తీవ్రమయిన హాని కలుగును.

ఇందులో మొదటి నాలుగు వ్యాధులను మనము నిరోధించగలము.

**(1). మసూచి (Small Pox) :-**

ఇది సంవత్సరము పొడవునా ఆక్కడక్కడ దేశమంతటా కనుపించినా, అప్పుడప్పుడు సంవత్సరములోను, కొన్ని సంవత్సరముల కొకసారి విరివిగాను వచ్చి జననష్టము కలిగించును. పిల్లలకు వచ్చిన ప్రాణప్రమాదము. ముఖముమీద పంటిమీద మచ్చలుపడి వికారరూపులను చేయును. కండ్లు కూడా పోవును. అభివృద్ధి చెందిన దేశములలో ఇది ఎక్కడను తలెత్తదు. మన దేశములోకూడా నిర్మూలించుట జరిగినది.

చిన్న పిల్లలకు భయము లేకుండా అందరికీ టీకాలు పుట్టిన వెంటనే, తరువాత 2 సంవత్సరములకు, 5వ సంవత్సరము నందున; పెద్దలకు 3 మొదలు 5 సంవత్సరములకు ఒకసారి వేసుకొనిన జాతిలోనే యివి ప్రవేశించకుండ చేయవచ్చును. విరివిగా యే ప్రదేశములోనైనా వచ్చిన,

తిరిగి టీకాలు వేసుకొనుట మంచిది. చిన్న పిల్లలకు మరీ ముఖ్యము.

ఈ జబ్బులను మనవారు “అమ్మవారు” అనెదరు. ఇది మూఢనమ్మకము. అమ్మవారి శాంతికి జాతరలు చేయునది చెడ్డ ఆచారము. మందులు పుచ్చుకొన గూడదనుట కూడా మూఢనమ్మకమే. మందుల వలన రోగముయొక్క ఉద్ధతి తగ్గి త్వరగా నిమగ్నమవును.

టీకాలు చిన్న పిల్లలకు ఒకచోట వేయించిన చాలును. పూర్వమువలె చేతులమీద నాలుగు చోట్ల రెండు చోట్ల కూడా అనవసరము. పొంగనిచో తిరిగి 2, 3 నెలలు ఆగి తిరిగి వేయించవలెను. అశ్రద్ధ చేయకూడదు.

**నిరోధక ఇంజక్షనులు**

1. కోరింత దగ్గు (Whooping cough)
2. గొంతువాతము (Diphtheria)
3. ధనుర్వాతము (Tetanus) - ఈ మూడు వ్యాధులు రాకుండా చంటిపిల్లలకు 3వ నెలలో మొదలు పెట్టి నెలకొక ఇంజక్షను చొప్పున 3 ఇంజక్షనులు ఇచ్చుట ఆచారమయి వున్నది. కాని యీమధ్య 2వ నెలాఖరుకు మొదలు పెట్టి మధ్య రెండు నెలలు వ్యవధి వున్న రెండుగాని, మూడుగాని ఇంజక్షనులు ఇచ్చిన చాలునని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి.

**చచ్చువాత నిరోధక చుక్కలు; -**

పై సూదులు ఇచ్చినప్పుడే “చచ్చువాతము” (Polio Myelitis) రాకుండా చుక్కల మందు (Salk's Oral Vaccine) ఇచ్చెదరు. ఈ నాలుగు వ్యాధులనుండి పిల్లలను రక్షించుట ప్రతి తల్లి తండ్రి యొక్క బాధ్యత అయివున్నది.

కోరింత దగ్గు వచ్చినచో మొదలొ తాళ్ళు అవి వేయుదురు. దగ్గి దగ్గి పిల్లవాడు పూపిరాడకుండా అయి తిన్న ఆహారముకూడా కక్కివేయును. ఇతరత్రా వ్యాధి అనేక విధముల బాధించి, మరీ

చిన్న పిల్లడయినచో మెదడుకు పట్టి ప్రాణహాని కలుగును

గొంతు వాతము (Diphtheria)లో గొంతులో రెండువైపుల వుండు టాన్సిల్లు మీద తెల్లటి పొర ఏర్పడి క్రిందకు ప్రాకి, పూపిరాడక గుర గుర ఏర్పడి తదుపరి గుండె బలహీనతవలన కండరములు నీరసపడి ప్రాణహాని కలుగును.

ధనుర్వాతములో బిడ్డ విల్లంబులే అయి కండరములు బిగుసుకొని పోవుట వలన పూపి ఆడక మరణించును.

పోలియో లేక చచ్చువాతమున కండరములకు గుండెకు మెదడుకు కూడా ఆ రోగము పాకి ప్రాణహాని కలిగించును.

పీటన్నింటిని రాకుండా నిరోధప్రయత్నము చేసిన మీదట కూడా వ్యాధి వచ్చిన ఎడల అంత ప్రమాదము వుండదు. ఈ వ్యాధులన్నింటికీ మందు లున్నవి. వెంటనే డాక్టరు దగ్గరకు తీసుకొని వెళ్ళి తగిన చికిత్స చేయవలెను. ఆధునిక ఔషధములు ఎన్ని వున్నను ముందు జాగ్రత్త మంచిది.

ఆటలమ్మకు ముందు జాగ్రత్తకు మందులేదు.\* తట్టమ్మకు విరివిగా వుపయోగించుటకు నిరోధక వాక్సిను ఇంకాలేదు. “ గామా గ్ల్యూబులిన్ ” (Gamma globulin) ఇంజక్షను ఇచ్చిన వ్యాధి తీవ్రత తగ్గును.

**క్షయవ్యాధి (Tuberculosis) :**

ఎంత చిన్నవారైనను క్షయవ్యాధి వచ్చుటకు అవకాశమున్నది. వ్యాధి వున్నవారు ముద్దు పెట్టు కొనుట వలనను, ఆ వ్యాధి వున్నవారితో సన్నిహితముగా వున్నను, ముఖ్యంగా తల్లరికు వున్నను, పిల్లలకు వెంటనే వచ్చు అవకాశము కలదు.

పిల్లలకు వచ్చు క్షయవ్యాధిని “ప్రథమ క్షయాంకురము” (Primary Complex) అన వచ్చును. పిల్లలకు యీవ్యాధి వచ్చిన పెద్దలవలె పూపిరితిత్తులకు ప్రేగులకు పరిమితము కాక త్వరితముగా మెదడుకు పాకి మెదడువాపు (Meningitis)గా పరిణమించి ప్రమాదముచేయును.

దీని నిరోధించుటకు, పుట్టగానే క్షయటీకా ( B. C. G. Vaccination ) చంటిపిల్లలకు కూడా వేసెదరు. ముఖ్యముగా తల్లికి క్షయ వున్నను, అట్టి వాతావరణము ఉన్నను, క్షయటీకా వేయుట మంచిది. అందరికి మూకవుమ్మడిగా వేయుట చాలామంది శాస్త్రజ్ఞులకు సమ్మతము కాదు.

స్ట్రెప్టోమైసిన్ (Streptomycin), ఐసోనికోటిక్ యాసిడ్ ( Isonicotinic Acid), పాస్ (P. A. S.) మొదలైన మందులు చాలావూటకీ నూరు పాళ్ళు వెంటనే ప్రారంభించిన యెడల యీ క్షయవ్యాధిని నివారించ గలుగు చున్నవి. అందుకు ముందు జాగ్రత్తగ పెందలకడనే వ్యాధిని గుర్తించుట అవసరము.

**అతిసారము (Diarrhoea)**

అతిసార మనగా అతిగా పలుచటి విరోచనములు అగుట. పెద్ద విరోచనము చంటిపిల్లలకు చిన్న పిల్లలకు తరుచుగా అయినయెడల, పెద్దలలో కలరా వ్యాధి వచ్చినంత ప్రమాదము చేయును. వెంటనే చల్లబడి గుడ్డు తేలవేయుదురు. చర్మము తన జీగి (Turgor)ని కోల్పోవును. కండ్లు గుంటలుపడి వేలాడి పోదురు. వెంటనే నరములద్వారా నీరు ఎక్కించి అనేక నవీన ఔషధములను వాడవలెను. ఈ రోగము ప్రాణప్రమాదకరము. అందుచేత వాళ్ళకు యిచ్చు నీరు, ఆహారము పరిశుభ్రముగా వుంచి యివ్వవలెను.

\* హామియో శాస్త్ర పద్ధతిలో మందు వున్నది.

**కీళ్ళవాతము లేక రోమాటిజము (Rheumatism)**

5, 6 సంవత్సరములు దాటిన తరువాత 12 సంవత్సరముల లోపల వచ్చు ముఖ్యమయిన జబ్బులలో ఒకటి కీళ్ళవాతము. పేరునకు కీళ్ళవాత మునునగుండెకు కూడాసోకి, గుండె చచ్చుపడిపోవును (Carditis). మెదడుకు సోకి కాళ్ళు, చేతులు నాట్యము చేయునట్లు తిప్పుచూ క్రిందపడి పోదురు. దీనిని కోరియా (Chorea) అందురు. దీనికి కూడా వెంటనే తగు చికిత్సచేసి కావలసిన విశ్రాంతి యిచ్చిన త్వరలో నయమగును. అశ్రద్ధ చేసిన గుండె కాళ్ళవత్తుగా దెబ్బతిని ఆయుషీణ మగును.

**చంటిబిడ్డ గుణము మూర్ఛ వ్యాధులు (Convulsions-Febrile and Epilepsy)**

చంటిపిల్లలకు జ్వరము వచ్చినపుడు గుడ్డు పైకి లేచేసి, తెలివికప్పి, కాళ్ళు చేతులు కొట్టుకొందురు. దీనిని “చంటి బిడ్డ గుణము అనెదరు.” జ్వరము తీవ్రముగా వున్నప్పుడు వచ్చిన యీ గుణము త్వరగా తగ్గి పోవును. పిల్లకు తిరిగి తెలివి వచ్చును. అజ్ఞానముచే మనము వెంటనే పాలథాగమందు చుట్ట పెట్టి కాల్చుట, ఉల్లిపాయలు నమిలి ముక్కులో పూడుట, లేక ఘాటుగా నుండు వల్లిపాయ రసము ముక్కులో పోయుట మొదలగు మోటు వైద్యములు చేయుదుము. ఇవన్నియు కూడని పనులు. జ్వరము హెచ్చుగా నున్నచో చన్నీళ్లతో తుడిచి దాక్తరుగరి సహాయము పొందవలెను.

**మూర్ఛవ్యాధులు**

జ్వరము లేకుండా 2, 3 సంవత్సరముల నుండి 10, 12 సంవత్సరముల లోపల మూర్ఛోగము మొదలు పెట్ట వచ్చును. ఇది చిన్న మూర్ఛ, పెద్ద మూర్ఛ అని రెండు విధములు. ఇదికాక వీటిలో అనేక మార్పులతో మూర్ఛలు వచ్చును. వాటి కన్నీంటికి దాక్తరుగారి సలహాపొంది; 2, 3, సంవత్సరములు వైద్యము చేయించవలెను.

**మానసిక వ్యాధులు**

మానసిక వ్యాధులవలన మూర్ఛలు వచ్చుచుండుట 4, 5, సంవత్సరముల మొదలు 10, 12 సంవత్సరముల లోపల పిల్లలకు కూడా సహజము. మానసిక వ్యాధులు, చదువుకున్న నాగరికంకు, డబ్బుగలవారికి వచ్చుననుకొనుట పొరపాటు. మనసు అందరికి కలదు కాబట్టి కుటుంబములోని పరిస్థితులను బట్టి పరిసర ప్రభావము వలనను, వచ్చు వ్యాధులు భేదము లేకుండా అందరికి వచ్చును. కనుక దానికి కారణములను తర్కించి కనుగొని, తగిన మనోవికాసము కలిగించ వచ్చును. మందుల కంటె మాటల వల్లనే ఎక్కువ ఉపశమనము, నివారణ ఈ వ్యాధులందుజరుగును.

**కడుపులో ఎలిక పాములు**

అనేక రకములైన చిన్న చిన్న ఎలిక పాములు పిల్లల కడుపులో ఎక్కువగా చేగును. మట్టిలో ఆడుకొనుట వలన, చేతులు, గోళ్ళు పరిశుభ్రత లేక కాళ్ళకు చెప్పులు లేకుండా మలిన ప్రదేశములలో నడచుట వలన. ఈ పురుగుల వ్యాధులు కలుగును. దాని వలన కడుపులో నులినెప్పి, ఆకలి లేక పోవుట, రక్తక్షీణత కలుగును. ఈ పురుగులలో గుండ్రపు పురుగులు (Round worms), కొంకి పురుగులు (Hook worms), నులి పురుగులు (Thread worms or whip worms) మున్నగు నవి ఉన్నవి.

వీటి అన్నిటికి వైద్యుని సలహా ప్రకారం మందులు యివ్వవలెను. విరేచనమును మైక్రోస్కోపు లో పరీక్ష చేయుట వలన ఆ పురుగుల గుడ్డను గుర్తుపట్ట గలుగుదుము. ఒక్కొక్కప్పుడు మామూలు కంటికి కనుపించుచుండును. రాత్రులందు పండ్లు కొరకుట, తీవ్రమైన జ్వరము వచ్చుట, చంటిబిడ్డ గుణము కలుగుట ఈ పురుగులకు ఆపాదించెదము. కాని అది పూర్తిగా నిజము కాదు.

కాని ఈ పురుగుల వలన అనేక విధములైన బాధలు పిల్లలకుండుటచే వీటిని గుర్తించి తగిన చికిత్స చేయుట అవసరము.

### రక్తక్షీణత (Anaemia)

చంటిరసమునుండి ఇనుము ఆహార పదార్థమున లోపించుటవలన రక్తక్షీణత కలుగును. తల్లి పాలే ఎక్కువకాలము ఇచ్చినకూడా అట్లు కలుగును. అందుచేత ఆరు మొదలు 9వ నెలనుండి ఆకు కూరలు కోడిగ్రుడ్లు మొదలగు ఆహారపదార్థములు, పిల్లలకు పెట్టవలెను. చంటిపిల్లలకు చిన్న పిల్లలకు

కావలసిన ఇనుము కలిగిన ఔషధములు (Iron Drops) సూక్ష్మముగా వాడిన కూడా ఈ రక్తక్షీణతను నివారింప వచ్చును. మందులకంటె బలమైన సాధారణ ఆహారములను పిల్లలకు యిచ్చుట వలన రక్తక్షీణత లేకుండా చేయవచ్చును. కడుపులో పురుగులు లేకుండా చూచుకొనుట, పున్నచో తగిన ఔషధములు యిచ్చుట ముఖ్యమయిన నిరోధక మార్గములు.

డా॥ పి. తిరుమలరావు.

## 117. సాంసర్గిక జాడ్యములు : పరాశ్రయీ జాడ్యములు : ఉష్ణమండల రోగచికిత్సా రేఖామాత్ర కథనము

(Infectious Diseases; Parasitic Diseases, Outline of Tropical Medicine)

రోగ నిరోధక శక్తి రెండు రకాలు. ఒకటి ప్రతి వస్తువుల (Anti Bodies) వల్ల వచ్చేది. ఇంకొకటి లింఫోసైటులు (Lymphocytes) వల్ల లభించేది. శరీరములోపున్న మాంసకృత్తులు మనవిగా గుర్తించి వేరేవాటిని నాశనము చేయడమే లింఫోసైటుల యొక్క ముఖ్యమయిన పని. ఈ వివక్షణ శక్తి నశించిన స్వయం ప్రతిరోధక జాడ్యములు (Autoimmune Diseases) కలుగును.

క్రిముల సంపర్కముతో వయసు పెరిగిన కొద్దీ అనేక వ్యాధులను నిరోధించే శక్తి లభిస్తుంది. ఈ శక్తి పనిపాపలకు తల్లి ద్వారా లభిస్తుంది. ఈ శక్తిని పెంపొందించడానికే సూచీక్రియలు (Inoculations), టీకాలు (Vaccinations) ఇస్తారు.

### కలరా

కలుషితమైన నీటి వలన ఆహారముద్వారా బాక్టీరియా లోనికి ప్రవేశించి చిన్నప్రేగులలో ఒక విష పదార్థాన్ని తయారుచేయును. దీని ప్రభావమువల్ల రక్తములోని నీరు, లవణాలు, మల ప్రవాహముగా బయటపడును. మలములో లక్షలాది క్రిములు ఉండును. ఈ నీరు, లవణములు కోల్పోవడంతో కళ్ళలోతుకు పోయి, ఒళ్ళుచల్లబడి, నాడి బలహీనమయి, తీరని దాహముతో, రాని మూత్రముతో, ఆగని మలప్రవాహముతో రోగి మగతగా ఉంటాడు.

నీళ్లు కాచినా, క్లోరినును నీళ్ళకు కలిపినా, క్రిములు నశించును. వంట వడ్డింపు చేసేముందు, తినేముందు, త్రాగేముందు, మల విసర్జనానంతరము

చేతులు శుభ్రంగా కడుగుకొనవలయును. మలము లోని క్రిములు ఫీనైలు (Phenyle) కలిపిన చచ్చి పోవును. కలరా, నిరోధక సూచీక్రియ చేస్తే 50 శాతం రక్షణ రీ నెలల దాకా వుంటుంది

### సన్నిపాత జ్వరము (Typhoid)

మలమూత్రములలోను రక్తములోను క్రిము లుండును. రోగ చిహ్నాలు లేని వారిని రోగవాహకు (Carriers) అందురు. వీరి మల మూత్రాదులలో క్రిములుండును. వీరి మల మూత్రవిసర్జనాంతరము చేతులు శుభ్రముగా కడుగుకొనక వేరేవారు తినే తిండిని, త్రాగే నీటిని జాకిలే వేరేవారికి జబ్బు వచ్చును. విడువని జ్వరము 3 వారాల పాటు వుండి కలవరింతలు, కడుపుబ్బరము, నాలుక మీద పాకుడు ఉండును. చిన్న ప్రేగులో వుండు ఏర్పడి మలము ద్వారా రక్తము పడుటయో లేదా ప్రేగు తూట్లు పడడమో జరుగుతుంది. ఈ జబ్బు రాకుండా టి. ఏ. బి. సూచీక్రియలు ఇస్తే 3 ఏండ్లపాటు రక్షణ వుంటుంది. నీటిని కాచితే క్రిములు చచ్చి పోవును. క్లోరిన్ కలపినా చచ్చిపోవును. మలమూత్రాలకు ఫీనైల్ కలిపినా క్రిములు చచ్చి పోవును.

### ధనుర్వాతము (Tetanus)

ఇది సూక్ష్మక్రిములువల్ల వచ్చే జబ్బు. ఇది వృద్ధి చెందాలంటే ఆక్సిజన్ ఉండకూడదు. వీనికి సంబంధించిన స్పూరకములు (Spores) మట్టిలో ఉండును. సూక్ష్మక్రిములు పేద, పెంటలలో ఉండును. ఎక్కడపడితే అక్కడ మలవిసర్జనము జరగడముతో నేల కలుషితమగును. ఇట్టి కలుషిత మయిన మట్టిలోని స్పూరకములు గాయముద్వారా శరీరము లోనికి ప్రవేశించి అనుకూలపరిస్థితులలో సూక్ష్మక్రిములుగా మారును. ఈ సూక్ష్మక్రిములు ఒక విషపదార్థాన్ని తయారుచేయును. ఇది నరాల ద్వారా వ్యాపించి, కండలు ఖడ్గిలలాగా అయి, నోరు

తెరవలేక, మెడ, పీపు వందలేక, మింగుడుపడక, ఊపిరిఆడక, రోగి బాధపడతాడు. పసిపాపలకు బొడ్డు అశుభ్రముగా కోసినప్పుడు, ప్రసవము అశుభ్రముగా జరిగినపుడు, చెవిలో చీము ఉన్న వారికి, అశాగ్రత్త ఇంజక్షనులు ఇచ్చినపుడు ధనుర్వాతము వస్తుంది. చివరిదాకా తెలివి వుంటుంది. 50 శాతము చనిపోతారు. జబ్బు రాకుండా టెటనస్ టాక్సాయిడ్ తీసుకొనవలయును.

### గవదబిళ్ళలు (Diphtheria) :

ఇది కూడా అంటువ్యాధి. ముఖ్యముగా పిల్లలకు వస్తుంది. క్రిములు ముక్కులోను, గొంతులోను ఉండి తుమ్మినప్పుడు, దగ్గినప్పుడు గాలిలోనికి వచ్చును. ఆ కలుషిత మయిన గాలిని పీల్చినవారికి, జబ్బు వస్తుంది. ఈ క్రిములు కూడా ఒక విష పదార్థాన్ని తయారుచేయును. ఒక విషపౌర కన బడుతుంది. శైలిగా ముక్కులోగాని, గొంతులో నైనా వుంటుంది. ముక్కులో ఉంటే రక్తపు ఊట; గొంతులో ఉంటే జ్వరము, గొంతునొప్పి, మింగలేకపోవడము లక్షణములు. ఈ విషపదార్థములు రక్తములోగుండా పోయి గుండెను నరాలను బలహీన పరచును. ఈ జబ్బు రాకుండా టాక్సాయిడ్ ఇంజక్షనులు ఇచ్చెదరు.

### మళూచిక ము (Small Pox)

ఒక వైరస్ వల్ల కలిగే జబ్బు. క్రిములు నోటి లోని చర్మము మీద ఉన్న బుగ్గలలో ఉండును. ఇవి చితికినపుడు గాలి కలుషిత మవుతుంది. కొంతమంది గ్రుడ్డివారు ఆగుదురు. 50 శాతము చనిపోతారు. పిల్ల, పెద్ద, ఆడ, మగ, విచక్షణ లేకుండా అందరకు రావచ్చును. టీకాలు (Vaccination) తీసుకున్న వారికి 3 సంవత్సరాల వరకు రక్షణ ఉంటుంది. 3 రోజులు జ్వరము. కలవరింతలు, నడుము, తల పోట్లతో ప్రారంభించి 4వ రోజున ముఖము, చేతులు కాళ్ళమీద ఎఱుని మచ్చలు వచ్చును. పొట్టమీద కొద్దిగా వచ్చును.

ఇది నీటి బుగ్గలుగా మారి శిరోజులలో చీము పొక్కులుగా తయారగును. ఇది రాగానే తగ్గిన జ్వరము తిరిగి ఎక్కువ అవుతుంది ఇవి వాడి, పొక్కులు రాలడానికి రెండు వారాలగును. కొత్త కొత్తగా రావు. అన్ని బుగ్గలు, పొక్కులు ఒకే రీతిగా ఉండును. రోగి మగతగా వుంటాడు. దీకాలను పుట్టిన పాపలకు వేయించవలయును. ఒక సంవత్సరము తరువాత తిరిగి 3 ఏండ్ల కొకసారి వేయించవలయును.

### శిశుపక్షవాతము (Poliomyelitis)

ఇది ఒక వైరసు వల్ల వచ్చేజబ్బు. 5 ఏండ్ల లోపు పిల్లలకు వస్తుంది. మలములో వైరసు ఉండును మలకలుషితమైన నీరు త్రాగినవారికి జబ్బు రావచ్చును. జ్వరము, బేదులు వచ్చి చాలా మందికి బాగవుతుంది. కొద్దిమందికి జ్వరము తగ్గగానే కాళ్ళు చేతులు తల పడిపోవడమో లేదా మింగుడు పడక ఊపిరిఆడక పోవడము, మాట రాకపోవడము, దగ్గలేక పోవడము జరుగుతుంది. ఈ వైరస్ నరాలద్వారా వ్యాపించి, నరాలను బలహీనపరచును. తరువాత కండలు క్షీణించును. స్వర్ణ తెలివి మామూలుగానే ఉండును. జబ్బు రాకుండా పోలియో చుక్కం మందు నెలకొకసారి 3 సార్లు 3 నెలల పాపలకు ఇచ్చెదరు.

### కుక్కకాటు (Rabies)

జబ్బుతో ఉన్న కుక్క, పిల్లికాట్లవల్ల వచ్చే ఒక వైరస్ వ్యాధి. ఇదే వైరస్ కుక్కలకు, పిల్లలకు వేరే జంతువుల కాటుగుండా శరీరములోనికి ప్రవేశించి నరాలద్వారా వ్యాపించి మింగలేకుండా, ఊపిరి ఆడకుండా చేయును. కుక్క పదిరోజులలో చని పోయితిరును. ఏ మృగము బ్రతకదు. మనిషికి కుక్క కాటు తరువాత 1, 2 నెలలలోపల జబ్బు వస్తుంది. 2, 3 రోజులలో మరణము ప్రాప్తమవుతుంది. నీళ్ళు మింగలేరు, సరికదా నీళ్ళు చూస్తేనే

వణుకు వుడుతుంది. ఈ జబ్బు రాకుండా రోజుకు ఒకటి చొప్పున 10-14 ఇంజక్షనులు చేసెదరు. కరచినచోటు నబ్బు నీళ్ళతో కడగవలయును.

### చలిజ్వరము (Malaria)

అడ ఆనోఫీలిస్ దోమ రోగిని కరుస్తుంది. రోగి రక్తములో ప్లాస్మోడియా దోమలో వృద్ధిచెంది తిరిగి పది రోజుల తరువాత ఆదోమ వేరే వారిని కరచి నపుడు వారికి చలిజ్వరము వస్తుంది. రోజువిడివి రోజు జ్వరము రావచ్చును. విపరీతమయిన చలి, జ్వరము కొని గంటలుండి చెమటలతో తగ్గి పోతుంది. ఆనోఫీలిస్ దోమలను నాశనము చేయనిదే మలేరియా పోదు.

### రక్తగ్రహణి (Amoebiasis)

రక్తవిరోచనాలు, కాలేయములో చీము పట్టడము రోగ లక్షణాలు. దీనికి సంబంధించిన కుసూతి (Cyst) ఆహారమురూపమున నోటిగుండా పెద్ద ప్రేగులలో ప్రవేశించును అమీబాలను సూక్ష్మజీవులు బయటపడును. వీటివలన పెద్ద ప్రేగులలో పుండ్లు కలిగి మలములో చీము, నెత్తురు వచ్చును. పరిస్థితులు అనుకూలముగా లేనపుడు అమీబాలు కుసూతులుగా ఊరి మలములో కనబడును. వడ్డించే ముందు, తినే ముందు, త్రాగే ముందు, మూత్ర విసర్జనాంతరము చేతులు శుభ్రంగా కడుగుకొనవలయును. చంచాతో ఆహారమును తినవలయును.

### బోదకాలుజబ్బు (Filariasis)

ఇది కూలిక్స్ అనే దోమకాటువల్ల వచ్చేజబ్బు. దోమ రోగిని కాటువేయగానే దోమలో రోగి రక్తములో ఉన్న మైక్రోఫైలేరియా వృద్ధిచెంది, కొన్ని రోజుల తరువాత కాటు వేసినప్పుడు వేరేవారికి ఈ జబ్బు వస్తుంది. ఈ మైక్రోఫైలేరియా రోగిశరీరములో అడ, మగ క్రిములుగా మారును. వాటి సంపర్కమువల్ల మైక్రోఫైలేరియా తిరిగి ఉద్భవించి రక్తములో రాత్రి, పగలు ఊపిరితిత్తులలోను



ఉండును. చలి జ్వరము రావడము, కాలో చెయ్యో వాయడము జరుగుతుంది.

### ఎలికపాములు (Ascariasis)

ఈ ఆడ, మగ క్రిములు ప్రేగులలో నుండును. వానపాములాగా ఆకారము, రంగు తెలుపు. గుడ్డు మలములో బయట పడి, మల కలుషిత మయిన కూరగాయలు తిన్నవారికి ప్రేగులలో లార్వేగా గా మారి రక్తముద్వారా ఊపిరితిత్తులలో చాలా రోజులు సంచారము చేసి తిరిగి ప్రేగులలోకి వచ్చి పెద్ద క్రిములుగా మారును. పెద్దవారికి, కడుపు నొప్పి, కడుపుబ్బరము విరోచనాలు కలిగి చిన్న పిల్లలకు ఇవిగాక జ్వరము దగ్గు కలవరింతలు వచ్చును. పచ్చి కూరలు తినరాదు.

### నులి పురుగులు

ఆడది మలద్వారము దగ్గర గుడ్డు పెట్టును. దురదవల్ల గోకగానే వేళ్ళకు గ్రుడ్డు అంటుకుని

నోటి గుండా చిన్న ప్రేగులలో గుడ్లలోనుంచి లార్వే బయటపడి రెండునెలల తరువాత ఆడ మగ క్రిములు పెద్దప్రేగు చేరును. పిల్లలకు ఎప్పుడు లోపలచడ్డీలను తొడగవలయును.

### కొంకి పురుగులు (Hook worms)

ఇది చిన్న ప్రేగులోనుండి రక్తము పీల్చును. దీనివలన రక్తము పోయి రోగి పాలి పోవును. రక్తక్షీణత వచ్చి నిస్సత్తువ కలుగును. గుడ్డు మలములో బయటపడి నేలలో లార్వే వృద్ధి చెంది రూపము మారి, చర్మముగుండా రక్తములోకి వచ్చి, ఊపిరితిత్తులు చేరి, తరువాత చిన్న ప్రేగులు చేరును. ఈ సంచారము 7 రోజులు పడుతుంది. ఇంకా నెలరోజులకు పెద్ద క్రిమిగా మారును. ఈ క్రిమి ఒక సెంటిమీటరు పొడుగు ఉండును. చెప్పులు లేకుండా పొలాలలో నడవరాదు.

డా॥ జి. రామచంద్రరావు

## 118. మధుమేహాది వ్యాధులు

1. మధుమేహము (డయాబిటీస్ మెలిటస్) : ఇది అరుదుగావచ్చే రోగ మేమీకాదు. అభివృద్ధి చెందిన దేశాలలో కంటే భారత దేశంలో ఈ వ్యాధి తక్కువగా ఏమీ కనిపించడం లేదు. గుర్తు పట్టిన ప్రతి డయాబిటీస్ కేసు కీ గుర్తు పట్టిన కేసు ఒకటి చొప్పున, ఈ వ్యాధి దేశంలో వ్యాపించి ఉందని అంచనా వేశారు.

మనకు శక్తిని ఇచ్చే ఆహారం మూడు రకాలు

1. పిండిపదార్థం. చక్కెర, 2. క్రొవ్యులు - నూనెలు. 3. మాంసకృత్తులు. కండర నిర్మాణానికి మాంసకృత్తులు అవసరం. శక్తి నిల్వలుగా

కొవ్వులు అవసరం. జీర్ణమైన పిండిపదార్థాలూ, చక్కెర, ప్రధానంగా గ్లూకోజ్ రూపంలో ప్రేగులలో గ్రసనం (Absorb) చెందుతాయి. కొంత గ్లూకోజ్ ఎప్పుడూ రక్తంలో ఉంటూనే ఉంటుంది. కాలేయంలోనూ కండరాలలోనూ, గ్లైకోజన్ రూపంలో కొంతవరకు గ్లూకోజ్ నిల్వ ఉండవచ్చు. గ్లూకోజ్ ను సమర్థంగా, దక్షతతో ఉపయోగించడం, నిల్వ చేయడం శరీరంలో ఉండే ఇన్సులిన్ మీద ఆధార పడి ఉంటుంది. వృక్కకం (Pancreas) స్రవింప జేసే హార్మోన్ పేరు ఇన్సులిన్. గ్లూకోజ్ ను ఉపయోగించడమూ, నిల్వ చేయడమూ, సరిగా

సాగకపోతే, రక్తంలోని గ్లూకోజ్ స్థాయి (Level) పెరుగుతుంది. ఆ స్థాయి మరి పెరిగిపోతే ఆ అదనపు గ్లూకోజ్ ను మూత్రపిండాలు మూత్రంతో విసర్జించడానికి ప్రయత్నిస్తాయి. రక్తంలో గ్లూకోజ్ స్థాయి ఎక్కువగా ఉన్నా, శరీరంలోని, టిస్యూ (Tissue) లు సులువుగా తగినంత గ్లూకోజ్ గ్రహించలేవు. అందువల్ల శక్తినివ్వడం కోసం కొవ్వులు కూడా ఉపయోగ పడతాయి. ఆ విధంగా కొవ్వు ఆమ్లాలు (Fatty Acids) రక్తంలోనూ, ఒక్కొక్కప్పుడు మూత్రంలోనూ, బాగా ఎక్కువ అవుతాయి. మూత్రంలో చక్కెర ఉన్న సందర్భాలన్నీ డయాబిటీస్ మెలిటిస్ కిందకు రావు. రక్తంలో గ్లూకోజ్ ఎక్కువగా ఉండేనే డయాబిటీస్ గా నిర్ణయించాలి.

డయాబిటీస్ ప్రాథమికం, గౌణం, (Primary and Secondary) అని రెండు రకాలు. ఆత్మధిక సందర్భాలలో, మొదటి తరగతివే కనిపిస్తాయి, వంశపారంపర్యంగా డయాబిటీస్ వ్యాధి వచ్చే ప్రవృత్తి, అనుకూల్యము ఈ వర్గంలో కనిపిస్తాయి. కొంచెం హెచ్చుతగ్గులుగా డయాబిటీస్ వచ్చే ప్రవృత్తి (Tendency), ఆత్మధికజనాభాలో ఉంది, ఇన్సులిన్ ను గ్రహింపజేసే భాగాల (Mechanism) మీద ఒత్తిడి (Taxation) నిరంతరంగా ఉంటే, వీరిలో డయాబిటీస్ పొడచూపుతుంది, వయస్సు ముదరడం, లావెక్కడం, కాన్పుల మీద కాన్పులు, శారీరకంగా వ్యాయామం లేక పోవడం, దీనికి సామాన్యమైన కారణాలు (Common precipitating factors). వృక్కక రోగాల వల్లగాని, ఇతర వినాశగ్రంథుల (Endocrine glands) వ్యాధులవల్లగాని, గౌణ డయాబిటీస్ వస్తుంది, తరుచు నీరుడుకావడం (Micturition), బరువుతగ్గడం, నీరసం, అలసి పోయినట్లు అనిపించడం డయాబిటీస్ లక్షణాలు, నింబడితే తలతిరగడం (Giddiness), కళ్ళుసరిగా కనిపించకపోవడం, కురుపులువేస్తూ ఉండడం,

గాంగ్రిన్ (Gangrene) వ్రణాలు, రాచవుండు, శరీరంలో చివరిభాగాల తిమ్మెరలు, అపస్మారం (Coma) డయాబిటీస్ తో ముడిపడి ఉండే తీవ్ర లక్షణాలు. గర్భధారణ సామర్థ్యముండే వయస్సులో ఉన్నత్రీలలో ఇన్సులిన్ డయాబిటీస్ గుండెజబ్బులను ఎక్కువ చేస్తుందని అందరికీ తెలుసు. డయాబిటీస్ పురాణ రోగమైపోతే మూత్రపిండాలు, రెటీనా, చెబ్బుతింటాయి. రక్తంలో గ్లూకోజ్ ఎక్కువగా ఉండటం వల్లగానీ, ఇన్సులిన్ తక్కువగా ఉండటంవల్లగానీ రెండింటివల్లగానీ డయాబిటీస్ తో క్లిష్టతలు వస్తాయి. సరియైన జాగ్రత్తలు తీసుకొంటే వాటిని తగ్గించవచ్చు, లేదా, నివారించవచ్చు.

ఆహారం, వ్యాయామం, మందులు డయాబిటీస్ వైద్యానికి మూలాధారాలు. పిండిపదార్థాలు పంచదార, తగ్గించడమే ఆహారనియమంలో ఉన్న సూత్రం. కొన్ని సందర్భాలలో మాంసకృత్తుల భాగం పెంచవచ్చు. చాలా సందర్భాలలో ఆహారంలో కాలరీలు తగ్గించడం ముఖ్యం.

వృక్కకం స్రవించే హార్మోన్ పేరు ఇన్సులిన్. వైద్యానికి వాడే ఇన్సులిన్ గోజాతికము (Bovine) కాని వారాహాతికము (Porcine) కాని అయి ఉంటుంది. సాధారణ (Plain) ఇన్సులిన్ ను వాడేముందుగ రకరకాలుగా రూపాంతరం చెందిస్తారు. ఆ విధంగా ప్రాస్తవకాలికంగా, మధ్య కాలికంగా, దీర్ఘకాలికంగా, పనిచేసే ఇన్సులిన్ లు తయారయ్యాయి. ఇంజక్షన్ ద్వారా ఇన్సులిన్ ఇవ్వడమే కాకుండా, రెండు రకాల అతికర్మరికా (Hypoglycaemic) ఓషధులు కడుపులోనికి వాడాలి.

వృక్కకం నుంచి ఎక్కువగా ఇన్సులిన్ స్రవించే లాగ సల్ఫోనిల్, యూరియాలు చేస్తాయి. ఇన్సులిన్ సమక్షంలో, జీవకణాల (Cell) లోకి గ్లూకోజ్ ప్రవేశాన్ని బిగ్వానైడ్స్ (Biguanides) సుకరం చేస్తాయి.

## 2. అతిస్థూలత (Obesity)

మొక్కలు జంతువులుగా మారిన తరువాత, శక్తిని నిల్వ చేయడంకోసం, కొవ్వు సంశ్లేషణ (Fat Sythesis) అనసరమైంది. మనుగడకు అది ముఖ్యమైనది. శక్తిని పొదుపుగా (Economically) కొవ్వులో నిల్వ చేయవచ్చునుకాని, మాంసకృత్తులు నిల్వ చేయలేవు. కార్బో హైడ్రేట్లను గైకొడిన్గా నిల్వచేయ వచ్చుగాని, అది చాలా పరిమితం.

ఉపవాసం (వస్త్ర) ఉన్నప్పుడు మనిషి కండరాలు, కొవ్వునిల్వలు, అవసరమైన శక్తి కోసం వినియోగపడతాయి. మితిమీరి తింటే, కాస్త బరువు పెరిగినా, తిన్న (Ingested) ఆహారం, వేడిమిగానే సర్వసామాన్యంగా వృథా అయి పోతుంది. స్థూలకాయులు బరువు తగ్గడమూ బక్కవాళ్లు సులువుగా బరువెక్కిడమూ కష్టమైన విషయాలు కనుక స్థూలతకు, జన్మగత దుర్లక్షణం కారణం అని చెప్పవచ్చు. స్థూలత వంశలక్షణమనే విషయం అందరూ ఎరిగినదే. కిషింగ్స్ సిండ్రోమ్, ప్రైపోతలామస్ వంటి వ్యాధుల పల్ల కూడా ఆరుదుగా స్థూలత వస్తుంది.

కొవ్వు, కొవ్వుకణాలు (Fat Cells) గా నిల్వ ఉంటుంది. కొవ్వు కణాలు ఎక్కువ కావడంవల్ల, స్థూలత కలగవచ్చు. మనిషికి ఎన్ని కొవ్వు కణాలు ఉన్నవనేది వంశ పారంపర్య లక్షణ విషయం. బాల్యంలో కొవ్వు కణాల సంఖ్య ఎక్కువ అయ్యే అవకాశం ఉంది. కనక, అతి స్థూలతను నివారించడం కోసం పిల్లలకు మితిమీరి తిండి పెట్ట గూడదు. కొవ్వు కణాల సంఖ్య పెరగనప్పుడు అతిస్థూలతకు వైద్యం చేయడం సులభం; అంటే, బాల్యంనుంచి స్థూలంగా ఉన్నవారి బరువు తగ్గించడం తేలిక కాదన్నమాట.

అతిస్థూలత వాంఛనీయం కాదు. ఎందువల్లనంటే రక్తపుపోటు (Hypertension), డయా

బిటీస్, ఎముక నొప్పులు, పాదాల వాపు వంటి వ్యాధులు సూలకాయులకే ఎక్కువగా వస్తూ ఉంటాయి. అంతే కాకుండా నవీన సమాజంలో వైద్యేతర కారణాలవల్ల అతిస్థూలతను హీనంగా చూస్తున్నారు. ఆహారనియమాలమీద, ఫెన్ ఫ్లరామిన్ (fenfluramine) వంటి మందులమీద, అతి స్థూలతకు చేసే వైద్యం ఆధారపడి ఉంటుంది.

## 3. కీళ్ళవాతం (Gout)

మధ్య వయస్కులలో అరుదుగా వచ్చే దేహ నిర్మాణాత్మక (Metabolic) వ్యాధి, కీళ్ళవాతం. దీనివల్ల మూత్రంలో యూరిక్ ఆమ్లస్థాయి ఎక్కువై, మోనోసోడియం యూరేట్ స్ఫటికాలు టిస్యూలలో ఏర్పడతాయి. ముఖ్యంగా బొటనవ్రేలి కీలు నొప్పివంటి ఆగంతుక కీళ్ళవాతం (Acute Arthritis) రావడం తరచుగా ఈ రోగులలో కనిపించే లక్షణం. ఈ వ్యాధి మళ్ళీ మళ్ళీ తిరగ జెడతే మిగిలిన కీళ్ళకు కూడా ఈ లక్షణాలు వస్తాయి. ముదిరిపోతే, మూత్రపిండాలు కూడా చెడిపోవచ్చు.

## 4. వంశపారంపర్యంగా వచ్చే వ్యాధులు (Hereditary Diseases)

వంశ పారంపర్యంగా సంక్రమించే వ్యాధులలో చాలా రకాలు ఉన్నాయి వర్ణలోపత (Albinism) వంటి వ్యాధులు పుట్టుకతోనే వస్తాయి. వేరు వేరు వయస్సులలో ప్రస్ఫుటమయ్యే వ్యాధులు మరికొన్ని.

- (ఎ) హెమోఫిలియా-(Haemophilia) రక్తస్రావ సంబంధమైన వ్యాధి.
- (బి) స్పెర్మోసైటిక్ ఎనీమియా-కామెర్ల, పాండు రోగపు లక్షణాలు కన్పడతాయి.
- (సి) హెమోగ్లోబిన్ పతీస్ : ఎర్ర కణాల విపరీతత, అంటే రక్త హీనత ఏర్పడటం.

- (డి) హంటింగ్టన్ కోరియా  
 (ఇ) ఫెమిలియల్ ఎటాక్సియస్ నాడీరోగాలు  
 (ఎఫ్) కండర వ్యాధులు.

చర్మ కణాలను ఉత్పత్తి చేసే మెలనిన్ (Melanin) లేకపోవడంవల్ల పుట్టుక నుండియే వర్ణలోపత వస్తుంది.

### 5. రక్తపుపోటు (Hypertension)

సిస్టోలిక్ రక్త పీడనం 130 కంటే ఎప్పుడూ ఎక్కువ ఉంటే, దానిని రక్తపుపోటు (Hypertension) అంటారు. గుండె దగ్గరనుంచి రక్తం, ఏకముఖ కవాటాలద్వారా బయటకు వచ్చి శరీర మంతా వ్యాపించి అధిక నిరోధాన్ని ఇచ్చే ధమనుల శాఖల (Arterioles) ద్వారా తిరిగి గుండెలో ప్రవేశిస్తోంది. ఎక్కువగా రక్తం వచ్చి పోతూ ఉంటే గుండెలో రక్తపీడనం పెరుగుతుంది. ధమనుల గోడల స్థితిస్థాపకతలో తగ్గదల పీడనాన్ని మార్చదు. కాని స్పందన పరిమితి (Amplitude of Pulse)ని పెంచుతుంది. పీడన కంపనాల్ని (Pressure oscillations) ధమని గోడలు మందగింప (Damp) జేయలేవు.

నాడులు, రాసాయనాలు అనే రెండు సాధనాల (Mechanism) వల్ల పీడనం నిలబాటుగా ఉంటుంది. రెనిన్ అనే రాసాయనిక పదార్థం ముఖ్యమైనది. మూత్ర పిండం స్రవించే ఈ పదార్థం, కాలేయం ఉత్పత్తిచేసే యాంజియో టెన్సినోజెన్తో కలిసి యాంజియో టెనిన్ అవుతుంది. అందువల్ల రక్తపుపోటుకి మూల కారణం, మూత్రపిండ వ్యాధియే రక్తపుపోటు వల్ల గుండె ఆగిపోవడం, మూత్రపిండాలు దెబ్బ తినడం, జరగవచ్చు. మెదడు కూడా చెడిపోవచ్చు.

ఆహార నియమాల మీద, రక్తపు పోటు వైద్యం ఆధారపడి ఉంటుంది. మూత్రసర్జకపు మందులు (ట్రీల్ డయారిటిక్స్), సర్పగంధి (Rawolfia Serpentine) సత్తు, ఆల్ఫామెథిల్ డోపా, గ్యాసి థిడైన్ మొదలైనవి ఈ వ్యాధికి తగిన మందులు.

ఆంగ్లమూలము: డా॥ జి. నరసింగరావు  
 తెలుగు అనువాదము:

డా॥ పోరంకి దక్షిణామూర్తి  
 డి. వి. ఆర్. భాస్కరశాస్త్రి

## 119. మూత్రము - తత్సంబంధ వ్యాధులు

మూత్రము (నీరుడు) మానవ శరీరములోని మలినములు పోవు మార్గములలో ముఖ్యము. ఆరోగ్యములో ఉన్న ఒక మనిషి రోజునకు 1500-2500 మిల్లిలీటర్ల మూత్రము పోయును. చుట్టూవున్న శీతోష్ణస్థితినిబట్టి మూత్రము ఎక్కువ తక్కువలు జరుగును.

ఈ మూత్రము మూత్రపిండముల (Kidneys) లో-రక్తములోనుంచివచ్చెడు మలినములు, కొంతనీరు కలిసి-తయారగును. అక్కడనుంచి మూత్రనాళి

కలు (Ureters) ద్వారా మూత్రపు సంచి (Bladder) లోకి చేరును. అక్కడినుండి మూత్ర మార్గము (Urethra) ద్వారా బహిర్గతమగును.

మూత్రమునకు సంబంధించిన వ్యాధులను-మూత్ర పిండముల వ్యాధులుగను, మూత్రములో వ్యాధులుగను, మూత్రపు సంచిలో కలుగు వ్యాధులుగను-విభజించవచ్చును. మూత్రనాళికలు (Ureters) మూత్ర మార్గము (Urethra) యొక్క వ్యాధులను కూడ వీటితో కలుపవచ్చును.

## మూత్రపిండములు

మానవ శరీరములో ముఖ్యభాగములుగ పరిగణించదగ్గవి మూత్ర పిండములు. ఇవి రెండు. పొట్టలో, కుడి ఎడమ ప్రక్కల నుండును. 150 గ్రాములు బరువుగ నుండును. ఇందు కిలీసెన్, వెల్సన్, గ్లోమ్యూలస్ అను ముఖ్యభాగములు కలవు. గ్లోమ్యూలస్ లో రక్తము పరిశుభ్రపరచబడి అందులోని మలినములు (యూరియా, క్రిమిటిన్, ఖనిజ లవణములు మొదలగునవి) మూత్రముద్వారా బహిర్గతమగును.

## మూత్రపిండముల వ్యాధులు

1. ఉబ్బుకామెర్లు: (యాక్యూట్ గ్లోమ్యూలో నెఫ్రయిటిస్). ఇది స్ట్రెప్టోకాక్ అను ఒక క్రిమిద్వారా కలుగును. ఇది సాధారణముగా పిల్లలలో 15, 16 సం'లలోపున వచ్చును.

## వ్యాధి లక్షణములు

ఈ వ్యాధి ఆకస్మికముగా రావటం దీని ప్రత్యేకత. ముందుగా ముఖము ఉబ్బిరించుట, నీరుడురంగు చాలా ఎర్రగా ఉండుట గమనింప తగ్గ విషయములు. జ్వరము, వాంతులు, తలనొప్పి కూడ ఉండవచ్చును. ఆయాసము, ముక్కునుండి రక్తము కారుటకూడ కలుగ వచ్చును. ఈ వ్యాధిలో రక్తపోటు తప్పక హెచ్చును. అందువలన హార్ట్ ఫైల్యూర్ సంభవించును. చిన్నపిల్లలలో రక్తపోటు హెచ్చి మూర్ఛలు (Encephalopathy) వచ్చును. రోజుసరి మూత్రము మామూలుగా ఉండే 1500 ఘ.సెం.మీ. నుంచి 300, 500 దాకా తగ్గిపోవును.

## వ్యాధి నిర్ధారణ

ముఖము ఉబ్బిరించుట, రక్తపోటు, నీరుడు తగ్గిపోవుట, నీరుడు ఎర్రగా వచ్చుట మొదలగు వ్యాధి లక్షణములు కనబడగానే మూత్ర పరీక్ష చేయవలెను. ఆల్బుమిన్ రక్తకణములు, కొన్ని తెల్లకణములు కనబడిన వ్యాధి నిర్ణయము చేయవచ్చును.

## వ్యాధి తీరు

దాదాపు 90 శాతము పిల్లలలో ఈ వ్యాధి పూర్తిగా నయమగును. పెద్దవాళ్ళలో ఈ జబ్బు తీవ్రత హెచ్చుగా ఉండి 50 శాతము మందికి మాత్రమే నయమగును. 10 శాతము రోగులలో ఈ వ్యాధి పూర్తిగా నయముగాక, దీర్ఘవ్యాధిగా-క్రోనిక్ గ్లోమ్యూలో నెఫ్రయిటిస్ (Chronic Glomerulid Nephritis)గా-మారును.

## చికిత్స

ఈ వ్యాధి వచ్చిన ప్రతి రోగికి విశ్రాంతి ముఖ్యము. చలిగాలి తగులకుండ చూడవలెను. ఆహారములో ఉప్పు పూర్తిగా తగ్గించి, రోజులవారి తీసుకొనే ద్రవపదార్థము కూడ తగ్గించవలెను. మాంసకృత్తులు (ప్రోటీన్స్) పూర్తిగా తగ్గించి, కార్బోహైడ్రేట్స్, క్రొవుర వదార్థములు మాత్రమే ఇయ్యవలెను. పెన్సిలిన్ ఇంజెక్షనులు ప్రతిరోజూ ఇయ్యవలెను. మిగతా వైద్యము రోగలక్షణములను బట్టి చేయవలసి యుండును.

## 2. క్రోనిక్ గ్లోమ్యూలో నెఫ్రయిటిస్ (Chronic Glomerulo Nephritis) :

చిన్న వయసులో ఉబ్బు కామెర్లు (Acute Glomerulo Nephritis) వచ్చిన తర్వాత కొంత మందికి ఈ వ్యాధి సంక్రమించును.

ఇందు మూత్రపిండములు చాలా చిన్నవిగా మారి, మూత్రపిండములోని భాగములు పూర్తిగా చెడిపోయి ఉండును.

## వ్యాధి లక్షణములు

అతి మూత్రము (రోజుకి ఎక్కువసార్లు మూత్రము గుట), దాహము, నిస్సత్తువ, రక్తము లేకపోవుట ముఖ్య లక్షణములు. అన్నముమీద అయిష్టత, వాంతులు, తలనొప్పి, ఎక్కువ రక్తపోటు, చూపు తగ్గుట, తరువాత కలుగు లక్షణములు. క్రమముగా మూత్రపిండములు సరిగ పనిచేయక, యూరియా

అను మలినము రక్తములో పెరిగి రోగికి ఎక్కిళ్లు, మగత వచ్చి చివరికి అపస్మారకము కలిగి చని పోవును.

**వ్యాధి నిర్ణయము :-** మూత్రము పరీక్షించిన, విశిష్టగురుత్వము (Specific Gravity) ఎల్లప్పుడు 1.010 గానే ఉండి, కొద్దిగా సుద్ధ పోతుండును. ఇవికాక గుండలు (Casts) కనపడును. రక్తములో యూరియా పెరిగి (మామూలుగా 20-40 మి.గ్రా.) చాలా ఎక్కువగా ఉండును.

**చికిత్స :-** ఈ రోగమునకు పూర్తిగా చికిత్స లేదు. వీలైనంత వరకు రోగికి ఉపశమనము కలిగించుతూ, రక్త వృద్ధికి మందులు, రక్త పోటుకి మందులు వాడవలెను. అవకాశము ఉన్న చోట కృత్రిమ మూత్రపిండాన్ని (Artificial kidney) ఉపయోగించవచ్చును.

**3. ఎక్యూట్ పైలో నెఫ్రయిటిస్ :-** మూత్ర పిండములోని ఒక భాగము శ్రోణిక (Pelvis) అను దానిలో క్రిములు చేరినపుడు కలుగు వ్యాధి. సాధారణముగా ఇది ఆడవారిలో ఎక్కువగా వచ్చును అందుకు కారణము ఆడవారిలో మూత్రపు సంచి (Bladder) నుండి మూత్రము బహిర్గతము చేయుమార్గము చిన్నదిగా ఉండుటయే. ఇదియేకాక మూత్రనాళికలమీద గర్భసంచి ఒత్తిడి వలన, మూత్రనాళికలలో ప్రవాహమునకు అడ్డుగలిగి ఈ వ్యాధి వచ్చును. మగవారిలో ప్రోస్టేట్ గ్రంథి పెద్దదైనప్పుడును, పిల్లలలో మూత్రనాళికలు సరిగా లేనందువలనను ఈ వ్యాధి వచ్చును. ఈ వ్యాధి ముఖ్యముగా మూత్రనాళికలలో నుండి మూత్ర పిండమునకు వ్యాప్తిచెందును. ఈ. కోలీ (E. Coli) అను క్రిమి సాధారణముగా ఈ వ్యాధికి కారణము.

**వ్యాధి లక్షణములు :-** నడుమునొప్పి, చలి జ్వరము ఒక్కసారిగా ప్రారంభ మగును. మూత్ర విసర్జనము చాలా బాధాకరముగ ఉండును. మాటి మాటికి మూత్ర విసర్జనము చేయవలసి వచ్చినట్లు

రోగి బాధపడును. మూత్రము మాములుగా కాకుండా, పోసినపుడు మంటతోను, కొద్ది కొద్దిగ పడును.

**వ్యాధి నిర్ణయము :-** మూత్రపు పరీక్ష చాల ముఖ్యము. ఆల్బుమిన్ కొద్దిగా ఉండి, ఎక్కువ తెల్ల రక్త కణములు (Puscells) ఉండును. కొద్దిగా ఎర్రకణములుకూడ ఉండును. మూత్రము లో ఏవిధపు క్రిములున్నవో వాటిపై ఏ మందులు పనికి వచ్చునో కనుగానుట ఎంతైన అవసరము.

**వ్యాధి చికిత్స :-** రోగికి విశ్రాంతి ఎంతైన అవసరము. ఎక్కువగా ఉన్న జ్వరమును తగ్గించుటకు ఆస్పిరిన్ వాడవచ్చును. సాధారణముగా ఉండేది ఈ. కోలీ క్రిమియే కాబట్టి, అంటిబయటిక్స్ వాడవచ్చును. సల్ఫా, పూరాదంటిన్ మొ॥ కొత్త మందులనీ యాంపి సిల్లిన్, కోట్రయిమెక్సోజోల్ లను తిగిన రీతిగా వాడవచ్చును. ఈ లోపల బాక్టీరియాజీ రిపోర్డును తెప్పించుకొని, రోగకారణపు క్రిమిని నిర్ధారణచేసి తదనుగుణంగా మందును వాడవచ్చును.

**వ్యాధి పరిణామములు :-** సరిగా వైద్యము జరగనిచో ఈ జబ్బు ముదిరి దీర్ఘవ్యాధిగా పరిణమించును. అంతియేగాక చివరకు రక్తపోటు పెరిగి, మూత్ర పిండములు చెడిపోయి, యురేమియా అనే వ్యాధి సంభవించును.

**4. క్రోనిక్ పైలో నెఫ్రయిటిస్ (Chronic Pyelonephritis) :-** యాక్యూట్ పైలో నెఫ్రయిటిస్ కు సరిగ వైద్యము చేయనపుడు, లేక మూత్రావయవములో ఏదైన అడ్డు కలిగినపుడు ఈ వ్యాధి కలుగవచ్చును. సాధారణముగా ఈ. కోలీ క్రిమి దీనికి కారణము.

**వ్యాధి లక్షణములు :-** ఈ వ్యాధిలో అసలు వ్యాధి లక్షణములు లేకనేపోవచ్చును. రోగి నిస్సత్తువ, ఆకలి తగ్గుట, రక్తహీనత, రక్తపోటులకు వైద్యుని సంప్రతించవలెను.

**వ్యాధి నిర్ణయము :-** మూత్రము పరిశీలించిన తెల్లకణములు (Puscells), సుద్ధ కనపడును.

**వ్యాధి పరిణామములు:—** ఈ వ్యాధి దీర్ఘ కాలముగా సాగును. హెచ్చు తగ్గులు వస్తూ, చివరికి యురేమియా సంభవించును.

**వ్యాధి చికిత్స :-** యాక్యూట్ ఫైలోనెఫ్రయిటిస్ లాగానే మూత్రిములోని క్రిమి ఏదో కనుక్కొని తగురీతిని అంటిబయోటిక్స్ తో వైద్యము చేయవలెను.

**6. నెఫ్రోటిక్ సిండ్రోమ్**  
(Nephrotic Syndrome) :

ఈ వ్యాధి పిల్లలలోకాని పెద్దవాళ్ళలోకాని రావచ్చును. అనేక రకములైన జబ్బులవల్ల ఈ వ్యాధి కలుగ వచ్చును. గ్లోమరులో నెఫ్రయిటిస్, కాలెజన్ వ్యాధులు, మధుమేహము (Diabete+) మొదలగునవి దీనికి కారణములు.

**దేహమంతా -** ముఖ్యంగా కాళ్లు, పొట్ట, ముఖము - ఎక్కువగా నీరుచూపుట ఈ వ్యాధిలో ముఖ్య లక్షణము.

**వ్యాధి నిర్ణయము:-** మూత్రములో ఎక్కువగా సుద్ధ పోవును. రక్తములో మాంసకృత్తులు చాలా తగ్గి కోలెస్ట్రాల్ ఎక్కువగా పెరుగును.

**వ్యాధి చికిత్స :-** నీరు తగ్గుటకు మూత్రము ఎక్కువగా చేయుమందులు (Diuretics) వాడవలెను. మాంసకృత్తులుండే ఆహారపదార్థములను ఎక్కువగా వాడవలెను. ఇవికాక కోర్టిసోన్ (ఆడినినల్ కార్టెక్సు హార్మోన్) వాడిన త్వరితముగా వ్యాధిని అదుపులోనికి తీసుకొనవచ్చును.

**వ్యాధి పరిణామములు :-** 50 శాతము చిన్న పిల్లలలో నయమగును. మిగిలిన వారిలో ఈ వ్యాధి నెమ్మదిగా సాగి యురేమియా లోనికి మారును.

**6. శయవ్యాధి**

సర్వసాధారణముగా మూత్రపిండములకు, నీరుడు సంచివచ్చే ఈ వ్యాధి-హిరితిత్తులలో నుండి కాని, లింఫ్ గ్లాండ్స్ లో నుండిగాని-వ్యాప్తిచెందును.

**రోగలక్షణములు:-** శయవ్యాధికి కలుగు నిస్సత్తువ, పని మీద ఉత్సాహము లేకపోవుట జ్వరము, తరుచు మూత్రవిసర్జనావసరము, రాత్రులు పలు మార్లు నీరుడువచ్చుట ముఖ్యలక్షణములు.

**వ్యాధి నిర్ణయము:-** మూత్రములో తెల్లకణములు పోవుట, క్రిములు కనపడకుండుట సాధారణముగా ఈ వ్యాధి యందు జరుగును. రోగనిర్ణయానికి కల్చర్ రిపోర్టు చాలా అవసరము.

**చికిత్స :-** స్ట్రెప్టొమయిసిన్, పాస్, ఐయన్ హెచ్ మందులు వాడవలెను. ఒకే మూత్రపిండము చెడిపోయిన ఆవరేషనుద్వారా దానిని తీసివేయవచ్చును.

**7. మూత్రపిండముల క్యాన్సరు**

నొప్పి లేకుండ మూత్రములో రక్తము పోవుట ఈ వ్యాధియొక్క ముఖ్యలక్షణము. జ్వరము, ఒక ప్రక్క నడుమునొప్పి, పరీక్ష చేసిన లోపలి భాగమున గడ్డ ఉండుట కూడ ఈ వ్యాధి లక్షణములు. ఎక్స్-రే పరీక్ష చాలా అవసరము. ఈ వ్యాధి వచ్చిన వారు 5 సం॥ కన్నా ఎక్కువ బ్రతుకుట అరుదు.

**డా॥ ఎ, అశ్వనీకుమారు.**

# 120. కాలేయ స్లిహములు - తత్సంబంధ వ్యాధులు

## I. కాలేయము

ఈ ముఖమైన అవయవము ఉదరమునందు కుడివైపు పై భాగమునందు ఉండును. దీని బరువు సుమారు 1200 గ్రాములు. శరీరములోని వివిధ రసాయనిక చర్యలు కాలేయమునందు నిర్వహింపబడును. అందువలననే దీనిని మన శరీరములోని పెద్ద ప్రయోగశాల (Biggest Laboratory of the body) అని అందురు. మనము తిను ఆహారములలో నుండు మాంసకృత్తులు, పిండిపదార్థములు, క్రొవ్వు పదార్థములు, లవణములు, విటమినులు, అస్పియు జీర్ణకోశమునుంచి రక్తములోనికి ప్రవేశించి, మొట్టమొదటిగా ఈ కాలేయములోనికి చేరును. కాలేయములోని కణములు ఈ పై పదార్థములను తగుమాత్రముగ మార్చి శరీరములో అవసరమగు చోట్లకు రక్తము ద్వారా పంపును.



కాలేయము

కాలేయమునకు వచ్చు వ్యాధులు :

## 1. కాలేయమునకు సోకు అంటు వ్యాధులు:

i. హిపటైటిస్ : ఇది వైరస్ వల్ల వచ్చు ఒక విధమైన పచ్చకామెర్ల జబ్బు. ఈ జబ్బు ఒకరి నుండి మరొకరికి మంచీటి ద్వారా కాని, ఆహారము ద్వారా కాని వ్యాపించ వచ్చును. మరొక యొక వైరస్ వల్ల ఇటువంటిదే జబ్బు రావచ్చును కాని ఈ వైరస్లు శుభ్రత లేని సిరంజీలగుండా నూడిమిందిచ్చిన సందర్భముననో లేక ఈ జబ్బుతో బాధ పడినవారి యొక్క రక్తము ఇంకొకరికి ఎక్కించుట వలననో వచ్చును.

ii. అల్బీనియాసిస్ : రక్త విరేచనమునకు చెందిన ఎండమీబా హిస్టాలిటికా వల్ల వచ్చును. దీని వలన అమిబిక్ రక్త విరేచనములగును. కోస్తా జిల్లాలలో ఈ జబ్బుతో పెక్కుమంది బాధ పడుచురు. ఈ వ్యాధి నివారణకు, పెక్కుమందులున్నవి. కాని పూర్తి నిర్మూలన జరగడం తేలిక విషయం కాదు.

iii. హైడాటిడ్ వ్యాధి : కుక్క యొక్క పేగులలో ఉండు ఒక విధపు బద్దెపురుగు దీనికి మూల కారణము. వీటి గ్రుడ్లు గొట్టెలలోకి చేరి వాటి కండరములలో హైడాటిడ్ అను వ్యాధి వచ్చును. అలాగే ఈ గ్రుడ్లు మనిషి ఆహారములో చేరిన ఈ వ్యాధి రావచ్చును.

iv. కాలేయవృద్ధి : శయ, సుఖ సంబంధ వ్యాధులు మలేరియా, మొదలగునవి కూడా కాలేయమునకు సోక వచ్చును. దాని వలన అది పెద్దది కావచ్చును.



## 2. ఔషధ దుర్వినియోగము:

కొన్ని మందులు కాలేయములోని కణములపైన హానికరమైన మార్పును తెచ్చును. అందువలన కూడా పచ్చకామెర్లు రావచ్చును. ఈ విషయమై తగు జాగ్రత్త అవసరము. డాక్టరు సలహా లేకుండా కొన్ని మందులు వాడటం ప్రమాద కరమని చెప్పుటకు ఇది ఒక నిదర్శనము. ఉదాహరణమనకు :- లార్ గాక్టిల్, P. A. S. డెస్టో స్థిరాన్ మొదలగునవి.

3. కాలేయము నందలి క్షీణ సంబంధమైన, ఊపక్రియా సంబంధమైన వ్యాధులు.

i. కాలేయ క్షీణత (Cirrhosis): కాలేయ కణములు నశించి వాటి స్థానములో వలవంటి పీచు వలె ఉండు కణజాలము (Fibrous tissue) నిండుటచే కాలేయమంతయు పచ్చగా మారి కాలేయక్షీణత అను వ్యాధి సంభవించును. దీని వలన కాలేయ రసాయనక్రియలు నిర్వర్తింప బడక శరీరకూహరము నందు, కొన్ని ఇతర భాగములందు నీరు పట్టి రక్తముతో మాంస కృత్తుల శాతము తగ్గుట సంభవించి, ఇంకను వ్యాధి ముడిరిన దశలలో రక్తములోను, మూత్రము లోను పసుపుపచ్చటి ద్రవము కనబడుట జరుగును. తనపని నిర్వర్తించలేక పోవుటచే శరీర మందు అనేక విషమయ, హానికర పదార్థములు పేరుకొని పోవును. చివరకు రోగి స్మారకమును కోల్పోవును. శరీరమంతయు పచ్చబడి పచ్చ కామెర్లనబడు వ్యాధివచ్చును. ఇందులకు ముఖ్యమైన కారణములు: 1. సారాయి త్రాగుట; 2. మాంస కృత్తులు లోపించిన ఆహారమును తీసుకొనుట; 3. ఇతర హానికర వ్యాధులు, 4. ఔషధ దుర్వినియోగము. కాలేయ క్షీణత తుదకు మహాదరమను వ్యాధిని కలగజేయును.

## 4. రక్త నిర్మాణ సంబంధ వ్యాధులు :

మన రక్తమునందలి ఎఱ్ఱ కణముల కాలపరిమితి సుమారు పంద రోజులు. అటుపైన ఇవి స్థిరములో బద్దలై అందులోని హేమోగ్లోబిన్ అను ముఖ్యమైన పదార్థము నందలి హేమో నుంచి ప్రైత్య రసమునందలి ముఖ్యమైన బైల్ పిగ్ మెంట్స్ తయారగును. ఈ కాలేయమందలి కణముల ముఖ్య చర్యలలో పైన పేర్కొన బడిన పిత్ర సంబంధ పదార్థములు ప్రైత్యరసములో చేర్చబడుట ఒకటి. కాలేయపు కణములు పాదగుట వలన ఈ పిత్రసంబంధ పదార్థములు ప్రైత్య రసము (Bile) లో కలవక తిరిగి రక్తములోనికి ప్రవహించి పచ్చ కామెర్లను కలుగ జేయును.

5. కాలేయము నందు ఇనుము మొదలగు ముఖ్య ఖనిజములు, విటమిన్ B<sub>12</sub>, A. D, బి కాంప్లేక్స్, ఫోలిక్ ఆమ్లము (Folic Acid) మొదలగునవి నిలువ జేయబడును. అందువలన ఏ కారణము వల్లనైననూ కాలేయపు కణములు పనిచేయని యెడల పైన పేర్కొన్న పదార్థములు శరీరమునకు సక్రమముగా రవాణా కావు ఈ విటమిన్ల లోపము వలన వచ్చు వ్యాధులను ఎ. విట మిన్ ఆసిస్ (A vitaminosis) అందురు. ఆకు కూరల్లో ముఖ్యంగా ఉండే విటమిన్ K, కాలేయము నందు ప్రొథ్రాంబిన్ గా మారి ఎప్పుడైనా రక్త స్రావము జరిగినపుడు రక్తము ఘనీభవించుటకు ఉపయోగపడును. అందువలననే మనకు దెబ్బ తగిలినపుడు రక్తము ఎక్కువగా కారకుండా గడ్డ కట్టిన రక్తలోపము జరుగదు. ఈ కాలేయము నందలి కణము వ్యాధిగ్రస్తమైనపుడు ఈ విట మిన్ K నుంచి ప్రొథ్రాంబిన్ మార్పు జరగక ఈ వ్యాధిగ్రస్తులు రక్త స్రావముచే బాధపడి రక్త హీనత ఏర్పడును.

## 6. ఆహార పదార్థములు లోపించుట

వలన కలుగు వ్యాధులు :

జీవనవ్యవస్థకు కావలసిన మాంసకృత్తులలో 65% కాలేయము తయారు చేసి వ్యవస్థకు పంపిణీ చేయును. మన ఆహారపదార్థములో మాంస కృత్తుల శాతము తగ్గిన ఎడల కాలేయము క్రొవ్వు పదార్థములతో నిండి వసాయుత కాలేయము (Fatty liver) ఏర్పడును. ఈ పరిస్థితి చిన్న పిల్లలలో “క్వాషియార్కర్” అను వ్యాధిని తరచుగా కలిగించును. (క్వాషియార్కర్ అనునది ఒక నీగ్రో భాషా పదము. ఎఱ్ఱనిజుట్టుగల పిల్లవాడని దాని అర్థము). ఈ వ్యాధి పేద కుటుంబములలో వెను వెంటనే పిల్లలు పుట్టుట వలన, తల్లి పాలు పెద్ద పిల్లలకు ఇచ్చుటకు అవకాశము లేనందున, 2 లేక 3 సంవత్సరములన్న పిల్లలకు వచ్చును.

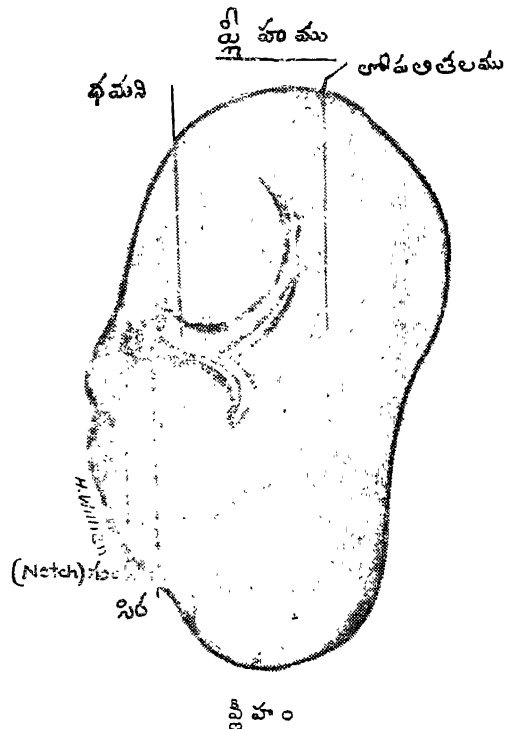
## 7. పుట్టకురుపు :

కాలేయము నందు కూడా కాన్సర్ (Cancer) వ్యాధి అనగా పుట్టకురుపు బయలుదేర వచ్చును. ఇది చాలా ప్రమాదకరమైనది. కాలేయ క్షీణత అను వ్యాధి వచ్చినవారికి ఈ జబ్బు రావచ్చునని అమెరికా, ఐరోపా, తదితర పాశ్చాత్య దేశములు, దక్షిణ ఆసియా, చైనా దేశములవారు భావించుచున్నారు. మన దేశములోను దక్షిణ ఆఫ్రికాలోను పుష్టికరమైన ఆహారము లోపించుట వలనను, వేరుశనగ కాయలలో ఉండే ఆఫ్లో టాక్సిన్ (Aflatoxin) అను ఖగన్ క్రిమి వలనను, కాలేయపు పుట్ట కురుపు వచ్చునని తలంచు చున్నారు.

## II. స్టీహము (Spleen)

ఈ అవయవము జీర్ణాశయమునకు వెనుకగా ఎడమ ప్రక్క పైభాగమున ఉన్నది దీని బరువు సుమారు 120 గ్రాములు. దైనందిన చర్యలో స్టీహము యొక్క ముఖ్యవృత్తి ఏమీ ఇంతవరకు

తెలియలేదు. ఇది జాలికా అంతశ్శుక్కుక (Reticule - endothelial) వ్యవస్థలో ముఖ్యమైన భాగము. ఇదివరకే ఎఱ్ఱకణములు వాటి క్షీణ దశలో ఈ స్టీహమునందు పట్టుపడి హేమో గ్లోబిన్ నందలి హేమో బైల్ పిగ్మెంట్స్ గా మార్చబడునని చెప్పియుంటిమికదా. ఈ స్టీహము నకు వ్యాధి సోకిన యెడల అది పెద్దదై ఒక పెద్దబిల్లగా తయారగును. ఈ క్రింద పేర్కొనబడిన వ్యాధులవలన స్టీహము పెద్దదగును.



i. అంటు వ్యాధులు (Infections) : మలేరియా, సన్నిపాత జ్వరము, కాలా అజార్, హైడాటిడ్ వ్యాధి అనునవి కొన్ని తరచు వచ్చు వ్యాధులు.

ii. కాలేయక్షీణత వచ్చిన వారియందు కాలేయము చిన్నదై పోవుటవలన రక్తప్రవాహము స్తంభించి రక్తము వెనుకమార్గములో ప్రవాహించుట.

iii. రక్తము నందలి శ్వేతకణములు సహజముగా ఒక ఘన మిల్లిమీటరుకు 8000 చొప్పున ఉండును. బొల్లుపొడ (Leukemia) అను వ్యాధి యందు ఈ శ్వేతకణములు లక్షల కొలదిగ ఒక ఘన మిల్లిమీటరులో ఉండును. శరీరము నందలి అవయవము లన్నింటి యందును ఈ శ్వేతకణములు చేరి అవయవములు పెద్దవగునట్లు చేయును. పురాణవ్యాధిగా ఉండే బొల్లువ్యాధి (Chronic myeloid Leukemia) ఇటువంటి వ్యాధి. ఇందు స్త్రీహము 10 కిలో గ్రాముల వరకు బరువైన బల్లగా మారవచ్చును.

iv. యూదు (Jew) జాతికి చెందినవారిలో కొన్ని వ్యాధులు చాలా తరచుగా కనబడును. అందులో పేర్కొనబడవలసినవి జన్మతః పచ్చే వ్యవస్థాలోపాలు (Congenital errors of Metabolism). ఈ వ్యాధులలో ఇనుము లేక కొన్ని క్రొవ్యుపదార్థములు ఇమడటంలో ఒడుదుడుకుల వలన స్త్రీహము పెద్దదగును.

v. కీళ్ల వాత ఫలితమగు గుండెజబ్బు (Rheumatic Heart Disease) : చిన్న వయస్సులో వచ్చు హృద్రోగములలో ఒట్టి వ్యాధి సాధారణముగా కన్పించును. ఇందుతో కొన్ని ఇక్కట్లు సంభవించును. బాక్టీరియల్ ఎండోకార్డియిటస్ (Bacterial Endocarditis) అనునది అందొకటి. ఇందు స్త్రీహము పెరిగి రోగి చాలా నొప్పితో బాధపడును.

vi. ఉష్ణమండల స్త్రీహవ్యాధి (Tropical splenomegaly) : ఉష్ణదేశములలో తరచుగా కొంతమందికి స్త్రీహము పెద్దదై కడుపులో ఒక పెద్ద బల్లగా తయారగును. ఈ పరిస్థితులను వైద్యులు కొందరు రోగుల రోగపరీక్షలలో సామాన్యముగా చూచెదరు. కాని ఎన్ని పరీక్షలు చేసినను కారణము కనబడదు. ఇటువంటి వారికి

రక్తకణముల పెరుగుదల స్పష్టించి, వారి రక్తములో తగు రక్తకణములు ఉండకపోవడం సంభవించును. దీనినే అతిస్త్రీహత (Hyper Splenism) అని అందురు. ఇటువంటి వారికి స్త్రీహకర్తనము (Splenectomy) అనగా స్త్రీహపు బల్లను ఆపరేషన్ లో తీసివేయడం అనునదియే తగు చికిత్స.

### III. లింఫా గ్రంథులు (Lymph Glands)

లింఫా (Lymph) అనునది రక్తమునందు జనించి, దానినే పోలియుండు ఒక వర్ణ రహిత స్వచ్ఛ ద్రవపదార్థము. దీనినే మేదోద్రవమని అనవచ్చును. మన శరీరంలో ఇది నాళికల ద్వారా పారుచూ అప్పటవప్పట, నేయబడినట్లుగా ఉండెడి చిన్న చిన్న గ్రంథుల రూపములో ఉండును. ఈ గ్రంథులు ఒక నాడిమండలమునందు తప్ప మిగతా భాగము లన్నింటియందును ఉన్నవి. ఈ గ్రంథులు మేదోద్రవము నందలి లింఫాటిక కణములను (Lymphocytes) తయారు చేయును. మరియు శరీరమునకు ఈ మేదోద్రవము ద్వారా రక్షణ కలుగ చేయును. శరీరమునందలి నశించిన కణములతో కూడిన అల్లికలను ఈ మేదోద్రవము నుండి తయారయిన కణములు నిర్మూలించును.

### లింఫా గ్రంథులకు వచ్చు వ్యాధులు

#### i. అంటురోగ సంబంధమైన వ్యాధులు

ఈ తీరుగ చిన్న పిల్లలకు వచ్చు వ్యాధులలో షయ ఒకటి పేర్కొనబడినది. అట్టి సమయములందు ఈ గ్రంథులు పెద్దవియగును. అన్ని రకములైన అంటురోగములలో కూడా ఈ గ్రంథులు పెద్దవి కావచ్చును.

ii. పుట్టకురుపు వ్యాధులు: పిసివలన గ్రంథులలో కంతులు లాంటివి బయలుదేరును. ఈ వ్యాధి మొట్టమొదట గ్రంథులలోనే బయలుదేరవచ్చును. లేదా శరీరములో ఇతర భాగములందలి పుట్టకురుపు

నుంచి నాశికల ద్వారా ఆ కణములు వచ్చి ఈ గ్రంథులయందు కూడా చేరవచ్చును.

iii. స్థిహములో కుదురుకొనిన జన్మసిద్ధ వ్యవస్థాలోపములు (Congenital Errors of Metabolism) : వీనివల్ల ఈ గ్రంథులు తమ ప్రకృతికి విరుద్ధముగా వ్యవహరించుటవలన క్రొవ్వు పదార్థములు ఈ గ్రంథులయందు చిన్న వయస్సులో ఉండువారికి చేరును. ఇటువంటి పరిస్థితులు చాలా ప్రమాదకరమైనవి.

కాలేయములోను, స్థిహములోను, ఈ లసీకా గ్రంథులలోను ఒక ముఖ్యమైన వ్యవస్థ ఇమిడి యున్నది. దీనినే జాలికా అంతశ్శంకుక (రెటి కులో ఎండో థీలియల్) వ్యవస్థ అందురు. ఈ వ్యవస్థలోని కణములకు జబ్బు రావచ్చును. ఈ జబ్బును లింఫోమా అందురు. ఇది పుట్టుకురుపు నకు సంబంధమా లేక అంటువ్యాధికి సంబంధమా అను విషయము ఇంతవరకు నిర్ణయింపబడలేదు. కాని పుట్టుకురుపుకు వాడు మందులనే ఈ వ్యాధి చికిత్సలో కూడా వాడగా, కొంతమందికి మేలు కలుగుచున్నది.

#### IV. Anaemia (రక్తహీనత)

రక్తహీనత అనగా ప్రసహించు రక్తములో హేమోగ్లోబిన్ గాని, ఎర్రకణములు కాని తగ్గుట. ఈ పరిస్థితి అనేక కారణముల వల్ల వచ్చును. మరియు పెక్కు వ్యాధులలో ఈ పరిస్థితి సంభవించవచ్చును ఈ వ్యాధి, క్రింద పేర్కొనబడిన కారణముల వల్ల కలుగును.

i. ఎర్ర రక్తకణములు మామూలుకంటె తక్కువగా ఉత్పత్తి అగుట.

ii. ఎర్ర కణములలోని హేమోగ్లోబిన్ సరిగా ఏర్పడక పోవుట;

iii. రక్తప్రవాహములో గాని రక్తము నిల్వ చేయు అవయవము (స్థిహము) లో గాని ఈ ఎర్ర కణములు చాలా తొందరగా నశించుట;

iv. రక్తస్రావము (Haemorrhage) వల్ల ఎర్ర కణములు చాలావరకు నష్టపడుట.

v. పై కారణములలో ఏ ఒక్క దాని వల్ల మాత్రమే కాక రెండు, మూడు కారణములు కలిసి యుండుట.

ఎర్ర కణములు (ఆరోగ్య పరిస్థితిలో) 4.5 నుండి 5 మిలియనులు ప్రతి ఘన మి. మీ. లో వుండును. ఇవి చదునైన ఎముకలలో ఎర్ర మూలుగు (Red morrow) నుంచి ఉద్భవించును. ఈ ఎర్ర కణములు పెరిగి పెద్దవగుటకు ఆప్టెనో ఆప్టములు, విటమిను B<sub>12</sub>. ఫోలిక్ ఆప్టము, ఇనుము ముఖ్యముగా కావలెను. ఇవి ఏ పరిస్థితులలో లోపించినను ఎర్ర కణజాల సంఖ్య తగ్గి అందులోని హేమోగ్లోబిన్ శాతము తగ్గి, రక్తహీనత ఏర్పడును. ఇటువంటి రక్తహీనతను లోప రక్తక్షీణత (Deficiency Anaemia) అని అందురు. పైన పేర్కొనబడిన అంశములలో ఇనుము కొరత అన్నింటి కంటె ముఖ్యమగునది. పాశ్చాత్య దేశములలో కూడా 90% రక్తహీనత ఇందువల్లనే. అందులోనూ, కాన్పులు అగు వయస్సులో వుండే స్త్రీలు 80 శాతం ఇందులో ఉంటారు. ఇదేకాక స్త్రీలలో ఋతుసమయములో రక్తస్రావమువల్ల ఇనుముకొరత ఏర్పడుటవల్లను, బీదస్త్రీలు సక్రమమయిన ఆహారము తీసుకొనక పోవుటవల్లను, తరచుగా కాన్పులు జరుగుటవల్లను, మన దేశమునందును, ఆసియాలోని ఇతర దేశములలోను, ఆఫ్రికా దక్షిణ అమెరికా ఖండము లందును ఈ రక్తహీనత అధికముగా కనబడుచున్నది. మన దేశము వంటి ఉష్ణదేశములలో పేగులలో ఎలిక పాములు, కొంకి పురుగులు వంటి వ్యాధులు తరచుగా సంభవించును. ఈ కొంకిపురుగులవల్ల రక్తహీనత సులభముగా ఏర్పడును. వీటి గ్రుడ్లు మలములో వెనక్కించబడి పెరిగి కాళ్ళలోని చర్మము గుండా దేహములోనికి వ్యాపించును. మన దేశములో, ముఖ్యముగా గ్రామ

సీమలలో, నివసించే వారికి ఇండల్లో మరుగు దొడ్లు లేనందువల్ల బయట ప్రదేశములలో మల వెనర్జనచేయుట సహజమయిన అలవాటు. కాళ్ళకు చాలామంది జోళ్ళువేసుకొనరు గనుక ఈ కౌంకి పురుగుల వ్యాధి ప్రతి గ్రామములోను ఎక్కువగా చూచుచున్నాము పురపులయందు, స్త్రీలయందు, పిల్లలయందు రక్తహీనత వచ్చి వైద్యశాలలో చేర్చబడి రక్తముకూడా ఎక్కింపవలసిన పరిస్థితి ఏర్పడుచున్నది. వీరికి ఈ కౌంకిపురుగుల మందు యిచ్చి నివారణ చేసినను, తిరిగి వారి, వారి గ్రామములకు పోయి అదే పరిసరములలో నివసించుట వల్ల ఈ వ్యాధి తిరిగి సోకుట, వారు మరల వైద్యశాలకు వచ్చుట జరుగుచున్నది. మన ప్రాంతములలో మూలశంక (Piles) వ్యాధిగ్రస్తులు మలముతో పాటుగ రక్తస్రావమును కూడ వెనర్జించుటవలన రక్తహీనత ఏర్పడుటకు ఆస్కారమున్నది. దీనికి ఆపరేషన్ చేయించవలెను. అందు వల్ల ఈ మూలశంక నిర్మూలించబడి రక్తస్రావము ఆగిపోవును.

చిన్నవయస్సు (Infancy)లోను బాగుగా ఎదుగు వయస్సు నందును పెరుగుదల చాలా వడిగా జరుగుట వలన తగుపాళ్లలో ఇనుము ఆహారములో లేక ఇనుములోపమువల్ల రక్తహీనత ఏర్పడును. ఆకుకూరలలోను, దుంపలలోను, పాలలోను, గ్రుడ్డు నందలి పసుపుసొన లోను, చిక్కుడు గింజరలోను ఇనుము విరివిగా వుండుటవల్ల పిల్లలకు ఆహారములో ఈ పదార్థములు తగు పాళ్లలో యిచ్చుట శ్రేయస్కరము.

విటమిన్ B<sub>12</sub>, ఫోలిక్ ఆమ్లము (Vit B<sub>12</sub>, Folic acid) ల లోపమువల్ల వచ్చునది, ఇంకొక విధమైన లోపరక్తహీనత (Deficiency Anaemia). పాశ్చాత్య దేశములలో ప్రమాదకర రక్తహీనత (Pernicious Anaemia) - అంటే, - విటమిన్, B<sub>12</sub> లోపమును-తరచుగా వైద్యులు రోగుల పరీక్ష

లలో చూతురు. మన దేశములో ఇది లేదని చెప్పవచ్చును. కాని ఫోలిక్ ఆమ్లము (Folic acid) ఆహారములో లోపించి బాలింత స్త్రీలకు, చిన్న పిల్లలకు రక్తపుకొరత కనిపించవచ్చును. ఈ ఆమ్లము ఆకుకూరలలో విరివిగా లభించును.

సహజముగా ఎఱ్ఱకణములు రక్తమునందు 80-120 కోజులు ఉండి స్టీహములోనికిపోయి నశించును. కాని కొన్ని పరిస్థితులలో పెరుగుదల లోపించి, ఎఱ్ఱకణముల ఆకారమును, పరిమాణమును మారి తొందరగా అవి నశించును. దీనినే రక్త సంలయము (Haemolysis) అని అందురు. అప్పుడు ఎర్ర మూలగు (Red Marrow) ఎక్కువగా శ్రమించి ఈ నష్టమును భర్తీచేయుటకు ప్రయత్నించును. కానీ ఈ భర్తీకన్న నష్టము ఎక్కువ యైనపుడు రక్తహీనత ఏర్పడును. ఈ ఎర్రకణముల వైపరీత్యము (Abnormalities) వుట్టుకలోనే వచ్చు జబ్బు. వంశపారంపర్యమున ఈ వ్యాధి కనబడవచ్చును. ఇందులకు ఉదాహరణము "థాలసేమియా" (Thalassaemia), 'సికిల్ సెల్ అనీమియా' (Sickle cell Anemia), 'హిమోగ్లో బియస్ పథీస్' (Haemoglobin Pathies) అను వ్యాధులు. ఎర్ర రక్తకణములు మామూలుగా నున్నను, రక్తమునందలి వాతావరణము వైపరీత్యముగా నుండిన యెడల రక్తసంలయము రావచ్చును. ఎర్రకణములో ప్రతిజనకాల (Antigens) వలన కొంతమందికి ప్రతిరక్షకాలు (Antibodies) ఎర్రకణములకు శత్రుత్వపు రీతిగా ఉద్భవించి ఈ కణముల నాశనమునకు దోహదకారులగును. ఇదే పరిస్థితి కొన్ని మందులవలన కూడా జరుగవచ్చును.

రక్తకణములు ఎర్ర మూలగు (Red marrow) లో తయారగును కదా! కొన్ని పరిస్థితులలో (అటువ్యాధివలన గాని, మందులవల్లగాని) ఈ ఎర్ర మూలగు కృశించి రక్తకణముల సంఖ్య తగ్గిపోవచ్చును. ఇప్పటి చికిత్సలలో చాలా

మందులను కొంతమంది గ్రహిణిగా విరివిగా పుచ్చుకొనవలసినదిగా సలహా యిచ్చుచున్నారని చెప్పడం అతిశయోక్తి కాదు. ఇందువల్ల ఈ విషయ పరిస్థితి ఏర్పడవచ్చును. ఇటువంటి జాడ్యాలకు వైద్యము చేయుట చాలా కష్టము. పరిశ్రమలు విరివిగా పెంపొందడముతో చాలా రసాయనిక లవణములు ఆయా పరిశ్రమలలో పనిచేయువారి శరీరములలో చేరి ఇట్టి వ్యాధులు సంభవించుచున్నవి. అందులకుగాను ఆరోగ్యశాఖకు చెందిన వైద్యులు ఇటువంటి పరిశ్రమలలో పనిచేయువారికి తగు జాగ్రత్తలు తీసుకోవలసినదిగ బోధించుట జరుగుచున్నది. చేతుల శుభ్రత, ముక్కుకు

ఒక గుడ్డ కట్టుకొనుట, ఈ పరిశ్రమలకు దూరముగా ఉండు ప్రదేశములలో మాత్రమే ఆహారమును తీసికొనుట, గాలిలోని విషవాయువులను నివూలించు పద్ధతులు పాటించుట — అనునవి ముందు జాగ్రత్తకొరకై ఈ సందర్భమున తీసికొనదగిన కొన్ని చర్యలు.

ఈ వ్యాస రచనకు ఆచార్య డి. యస్. బెనర్జీ,

డా. జి. చంద్రశేఖర రెడ్డి

తోడ్పడిరి.

డా॥ శ్రీనివాసన్

## 121. మానసిక వ్యాధి చికిత్స

(PSYCHIATRY)

మానసిక వ్యాధి చికిత్స (సైకియాట్రి) అనునది వైద్యశాస్త్రములో ఒక ముఖ్యమైన శాఖ. మనోవైకల్యమును గుర్తించడమూ, ఏ విధమైనదో పేర్కొనడమూ, అది రాకుండా నివారించడమూ, ఆయా వైకల్యములకు చికిత్స చేయడమూ దీని విధులు. గత పంద యేండ్ల కాలములో ఈ శాఖ బాగా అభివృద్ధి చెంది వైద్య శాస్త్రములో ఒక భాగముగా స్థిరపడినది.

ఇటీవలి కాలం వరకు మానసిక రోగుల చికిత్సలో చాలా హింసాయతములకు పద్ధతులు అవలంబింప బడుతూ వచ్చినవి: ఈ రోగులను జీవించి యుండగనే కాల్చడం, వారికి విరేచన మాత్రలు ఎక్కువగా ఇవ్వడం, రక్తస్రావాన్ని కలిగించటం, హింసించటం, మనిషి కదలకుండా నిమెంటు పట్టు వేయడం చికిత్సలలో భాగాలుగా వుండేవి. కాని ఈనాడు ఈ రోగులను ఇతర

రోగుల వలెనే వైద్యశాలలో వుంచి దయా దాక్షిణ్యాలతో చికిత్స చేయడం జరుగుతోంది. వెనుకటి పద్ధతులతో పోల్చి చూచినపుడు ఈ శాఖ బాగా అభివృద్ధి చెందినదని ఖచ్చితముగా చెప్పవచ్చును. మిగిలిన వ్యాధులలో వలె ఈ మానసిక వ్యాధులను గుర్తించుట రోగికి గాని అతని కుటుంబ సభ్యులకు గాని అంత తేలిక కాదు. ఈ వ్యాధుల లక్షణాలు చెడు అలవాట్లుగా, ప్రవర్తనా దౌర్బల్యముగా లేక భూత పితృవముల ప్రభావముగా పేర్కొన బడుచున్నవి. ఇతర వ్యాధులలో కనుపించు శరీర నిస్సౌజ, మొదలైన లక్షణములు మానసిక వ్యాధులలో సాధారణముగా కనపడవు.

సాధారణ ప్రవర్తనకు భిన్నముగా నుండు ప్రవర్తనగానీ, సాంఘిక విలువలకు దూరముగా నున్న ప్రవర్తనగానీ అస్వాభావికముగా పేర్కొనబడుచున్నది.

మానసిక వ్యాధులను స్థూలముగా రెండు తరగతులుగా విభజింపవచ్చును. అవి :

1. శారీరక అస్వస్థత వలన ఉత్పన్నమైన మానసిక వ్యాధులు (Organic psychiatric disorders)

2. శారీరక అస్వస్థతతో సంబంధములేనివి. (Functional psychiatric disorders)

రెండవ తరగతికి చెందినవానిలో విమనస్కత (Psychosis), నాడీదుర్బలత (neuroses), వ్యక్తిత్వఅవ్యవస్థతలు (Personality Disorders), మనశ్శారీరకాపక్రమతలు (Psycho somatic disorders), మానసిక అపవ్యస్తత (Mental subnormality) అనునవి ముఖ్యమైనవి. ఇవియే కాక కొన్ని ప్రత్యేక సమస్యలవల్ల ఉత్పన్నమగు మానసిక వ్యాధులతో కొందరు బాల బాలికలు, వృద్ధులు బాధపడుదురు.

మానసిక వ్యాధులలో సర్వసాధారణంగా కనబడునవి విమనస్కత, నాడీదుర్బలత అనునవి. వీనిలో నాడీదుర్బలత అనునది తక్కువ ప్రమాద కరమైనది. మానసికముగా వేదనకు, అందోళనకు లోనై, తన పరిసరములలో ఇముడలేక పోవుట దీని ముఖ్యలక్షణము. విమనస్కత అనునది మరింత ప్రమాదకరమేకాక రోగియొక్క మానసిక స్థితిని, ఆలోచనలను పూర్తిగా ప్రభావితము చేసి బాహ్యప్రపంచమునుండి రోగిని తప్పించి, అంతరికమైన మరొక ప్రపంచములో నుండునట్లు చేయును. నాడీదుర్బలతతో బాధపడు వ్యక్తి తన అస్వస్థతను తెలిసికొనగలడు. అంతేకాక అతడు వాస్తవిక పరిస్థితిని గుర్తించగలడు. అతని దైనందిన వ్యవహారములలో మార్పుండదు. విమనస్కతతో బాధపడు రోగికి తాను అనారోగ్యమున నున్నట్లు తెలియదు. అతడు వాస్తవిక స్థితిని గుర్తించలేక పోవుటయేకాక అతని నిత్యవ్యవ

హారమునకు సంభాషణకు భంగము వాటిల్లును. నాడీదుర్బలత వ్యాధులలో మానసిక అందోళనా ప్రతిచర్య (Anxiety reaction), నాడీశక్తి క్షయము (Neurotic depression), అపయోజనాప్రకల్పిత ప్రతిచర్య (Obsessive-compulsive reaction), మూర్ఛ (Hysteria) సర్వసామాన్యముగా కనబడునవి. ద్విమనస్కత (Schizophrenia) మరియు అస్తవ్యస్తమనోప్రతిచర్య (Manic Depressive Reaction) అనునవి సాధారణముగా కనబడు విమనస్కత వ్యాధులు.

వ్యక్తిత్వ అవ్యవస్థతలు (Personality Disorders) గలవ్యక్తులు ఎల్లప్పుడు చిక్కులలో నుందురు. అనుభవమువల్లగాని శిక్షలవల్లగాని వీరెట్టి లాభమును పొందరు, సరిగదా వీరికి ఏ వ్యక్తిపై కాని, వ్యక్తులపై గాని విశ్వాసము వుండదు. బాధ్యతా రాహిత్యము, పరిణతి పొందని ఉద్దేశము వీరిలో కనబడును. వీరిలో కొందరు నల్లమందు, మార్పియ, గంజాయి, భంగు, సారా మొదలైనవాటికి అలవాటు పడెదరు. తాత్కాలికోద్దేశమును కలిగించు మెధిడ్రిన్, రెక్సిడ్రిన్లు కొందరు అలవాటుచేసి కొందురు. మరి కొందరు లైంగికముగా అస్వాభావిక చర్యలకులొనై నేరప్రవృత్తికి బానిసలుగా తయారగుదురు.

మానసికోద్దేశము వలన స్వయంచాలక నాడీ మండలము (Autonomic Nervous System) ఎక్కువగా పనిచేయును. దీనివలన స్వయంచాలక నాడీ మండలముచే పనిచేయు శారీరక భాగములలోను గ్రంథులలోను మార్పులు సంభవించును. ఈ మార్పులకు మానసికోద్దేశము తోడైనచో మనశ్శారీరకాపక్రమములకు దారి తీయును. శిరోవేదన (Migraine), జాతరప్రణము (Peptic ulcer) మలద్వారపుప్రణము (Ulcerative colitis), నాడీచర్మశోఢ (Neuro dermatitis) మొదలగు జబ్బులను ఈజాతికి చెందినవిగా పరిగణించవచ్చును.

మానసిక వ్యాధులు ఫలానా కారణము వల్ల వచ్చునని స్పష్టముగా చెప్పలేము. అంతర్జీవక (Endogenous - అనగా అనువంశికతకు శరీర తత్వమునకు సంబంధించిన) మరియు బహిర్జీవక (Exogenous - అనగా పరిసరముల ఫలితములగు వివిధ కారకములకు చెందిన) కారణముల వలన మానసిక వ్యాధులు వచ్చునని తెలియచున్నది. అనగా కొన్ని అనువంశికముగా రావచ్చును; జీవరసాయన సంబంధమైన మార్పుల వల్ల కొన్ని మానసిక వ్యాధులు రావచ్చును; అనేక విధములైన ఒత్తిడి, భద్రత లేకపోవుట, పిల్లల పెరుగుదల కాలములో కలుగు మానసిక వేదనలు, నిరుద్యోగము, ఆశయములు నెరవేరక నిరుత్సాహము కలుగుట, వైవాహిక జీవితములో అసంతృప్తి మొదలగు అనేక కారణముల వలన మానసిక వ్యాధులు తలయెత్త వచ్చును.

మానసికరోగులకు ఔషధములిచ్చుట ద్వారాను, మానసిక విశ్లేషణ చేసి వైద్యము చేయుట ద్వారాను కరెంటు చికిత్స (Electric shock therapy), నడవడిమార్పు చికిత్స (Behaviour therapy) మరియు కుటుంబ సభ్యుల మానసిక విశ్లేషణ (Family therapy) అను అనేక పద్ధతులలో నేడు చికిత్స జరుగుచున్నది. వీటితోబాటు వృత్తిప్రతిసర్జక (Occupational Recreational), మరియు వర్గచికిత్సలు (Group therapies) కూడ ఉపయోగములో నున్నవి. మానసిక పరీక్షలు (Psychological Testing) మానసిక రోగమును నిర్ణయించుటలోను తదుపరి చికిత్సలోను ఉపయోగింపబడుచున్నవి.

డా॥ టి. శ్రీనివాసన్

## 122. గాయము మానుట లేక కుదురుట

గాయపడినపుడు మానుట నాలుగు దశలలో జరుగును. కాని ఈ నాలుగు దశలను తీర్చిదిద్ది విడదీయుట కష్టము.

ఒకటవ దశలో రక్తము గడ్డకట్టును. ఈ రక్తపు గడ్డలో తంతుకము (Fibrin) అను పదార్థము పోగులుగా తయారగును.

రెండవ దశలో రక్తప్రసరణము గాయము చుట్టూ ఎక్కువ అగును. ఇది ఎక్కువ ప్రాణ వాయువునిచ్చుటకు, ఎక్కువ తెల్లకణముల నిచ్చుటకును కావలసిన ప్రతిచర్య. గాయములోనూ, చుట్టూ లింఫాద్రవము కూడా ఆ నాళముల ద్వారా వచ్చును. ఎక్కువగా వచ్చిన తెల్ల రక్తకణములు గాయములోని అజీవములైన కండలను, పడిన క్రిములను జీర్ణించుకొనును. లింఫాద్రవము ద్వారా

ఈ గాయము వద్దనున్న ద్రవములు పలచబడును. గాయము పెద్దదైనపుడు లింఫాద్రవము (lymph), అజీవమైన కండ-ఇవన్నియు చేరి చీముగా మారి బయటకు వచ్చును.

మూడవదశలో క్రొత్త కండ తయారగు ప్రయత్నము జరుగును. ఇది సాధారణంగా మూడవ రోజునుండి జరుగును. చిన్న రక్తనాళములు క్రొత్త నాళాలుగా చీలి గాయములోనికి ప్రవేశించును. చిన్న చిన్న అణువులుగా క్రొత్త కండ తయారగుట ప్రారంభమగును. క్రింద నుండి పైకి క్రమముగా గాయము వీటితో కప్పబడును. ఇంకా బలమైన పోగులు తయారగును. వీటిని సమవేత తంతుకములు (Collagen Fibres) అందురు.



నాల్గవ దశలో గాయము చర్మపుష్పమునకు వచ్చిన తరువాత చర్మకణములు ఇరుప్రక్కల నుండి కప్పుకొని వచ్చును. ఇది గాయపు విస్తీర్ణమును బట్టి రోజులు పట్టును. గాయమునందలి లోతు నింపబడుట, తరువాత చర్మముచే మాయ బడుట అనునవి గాయమునకు జీవము యొక్క ప్రతిచర్య.

మూత్రములో చక్కెర ఉన్నను, ఏదైన మూత్రవ్యాధి వలనగాని, లేదా శరీరమున ఏభాగమైన ఊయకు లోనైనందువలన గాని మూత్ర కోశములు పనిచేయక పోయినపుడును గాయము మానదు.

డా॥ పి. యస్. చారి.

## 123. మూత్రమునకు సంబంధించిన వ్యాధులు

రక్తమునుండి అనవసర పదార్థములను, కొన్ని విష పదార్థములను వడియగట్టి వెలుపలికి మూత్ర పిండములు పంపే ద్రవము మూత్రము. ఈ మూత్రము మూత్రనాళముల ద్వారా మూత్రాశయంలో నిలువ యుంచబడును. మామూలుగా ఉదయం రెండు మూడు సార్లు, రాత్రి ఒకటి, రెండు సార్లు మూత్రాశయము ఖాళీ చేయబడును.

మూత్ర వ్యాధులు ఈ క్రింది కారణముల వల్ల రావచ్చును.

1. పుట్టుకతోనే మూత్రపిండములలో గాని, నాళములోగాని, లోపముండుట వలన మూత్రప్రవాహమునకు అడ్డు గలుగుట వలన వ్యాధిరావచ్చును.

2. మగవారిలో 50 సం॥ వయస్సు దాటిన తరువాత మూత్రాశయమునకు అడ్డుపడే గడ్డ ఒకటి ఒక్కొక్కప్పుడు పుట్టును. దీనివలన మూత్ర ప్రవాహమునకు అడ్డుగలిగి మూత్రాశయములో మూత్రము ఎప్పుడు కొంత యుండిపోవును. ఆ మూత్రము క్రిముల చర్యవలన చీముగా మారును. ఆ క్రిములు మూత్ర నాళముల ద్వారా పైనున్న మూత్రపిండములకుకూడ పోవచ్చును. ఈవయస్సులోనే పుట్టుకురుపు (Cancer) వ్యాధి మూత్రపిండములలోగాని మూత్రాశయములోగాని పుట్టవచ్చును.

3. ఊయ వ్యాధి యీ మూత్రాశయమునకు కూడా వ్యాపించ వచ్చును.

4. ఇదిగాక మూత్రములో నుండు పదార్థములు చిన్న గులక రాళ్లవలె, కంకరపలుకులవలె ఏర్పడవచ్చును. ఈ గులకరాయి పెద్దదవును. ఇట్టి రాయి మూత్రప్రవాహమునకు అడ్డుపడును. మూత్రపిండములలో గాని, నాళములలో గాని, ఆశయంలోగాని యీ రాళ్లు ఏర్పడవచ్చును. మూత్రప్రవాహములో యీ రాళ్లను తీసివేయుటకు దేహము ప్రయత్నించును. యీ రాళ్లు క్రిందికి ప్రయాణం చేయునప్పుడు ప్రతిసారి రాయి కదలి నపుడెల్ల భరించలేని నొప్పి కలిగించును. రక్తములో పేరాకైరాయిడ్ అనే గ్రంథి నుండి రక్తములోనికి వచ్చే ఒక విధపు ద్రవము ఎక్కువగుట వలన రక్తములోని సున్నము ఎక్కువగును. సున్నము ఎక్కువగుట వలన మూత్రములో సున్నము ఎక్కువగా వడియగట్టబడును. దీనివలన కంకర ఏర్పడును. మూత్ర ప్రవాహమునకు అడ్డు గలుగుటవల్ల కూడ మూత్రాశయంలోగాని మూత్ర నాళములలోగాని స్పటికపదార్థములు కంకరరాళ్ళు మాదిరిగా ఏర్పడును.

ఒక్కొక్కప్పుడు మూత్రమునకు సంబంధించిన వ్యాధులు జన్మసిద్ధపు లోపములవలన చిన్నతనము ననే కలుగవచ్చును. మధ్య వయస్సులో క్షయ వంటి వ్యాధివలన రక్తములో ప్రవేశించు క్రిముల వల్ల మూత్రపిండములకు వ్యాధులు వచ్చును.

ఈ వ్యాధులలో పెక్కింటిని శస్త్ర చికిత్సతోను మరికొన్నింటిని మందులతోనూ బాగు చేయవచ్చును.

మూత్రకోశములో కలుగు పుట్టకుడుపు వ్యాధిని కూడ-శరీరంలో తక్కిన చోట్ల కలుగువాటికంటే సులభంగా - ఆపరేషన్ తోగాని, ఎక్స్రే కోబాల్డ్ (Cobalt) వలన గాని, కుదిర్చి, రోగి చాల కాలం బ్రతుకునటుల చేయవచ్చును.

డా॥ పి. యస్. చారి.

## 124. కేంద్ర, పరిధీయ నాడీ మండలపు వ్యాధులలో శస్త్ర చికిత్స కావలసినవి; ఆగంతుకములగు తలదెబ్బలు; వాని రోగివిజ్ఞానము, నిర్వహణ

[Surgical Diseases of both Central and Peripheral Nervous Systems and Acute Head Injuries with their Pathology and Management].

మెదడుకూ, వెనుబాముకూ ఏ విధమైన శస్త్ర చికిత్స చేసే అవకాశం లేదని, అరవై ఏళ్లకిందటి వరకూ అనుకుంటూ ఉండేవాడు. అందుకు మూడు కారణాలున్నాయి.

మొదటిది :- ఏదై నా ప్రమాదవశాత్తు కానీ, శస్త్ర చికిత్స సమయంలో కావాలని కానీ, నాడీ కణాలకు ఒకసారి కనుక హాని కలిగించి నట్లైతే, ఒక అవి మరమ్మతు కావడానికి కానీ, పునరుత్పత్తి (Regeneration) చెయ్యడానికి కానీ, వాటికి సామర్థ్యం ఉండదు. ఎముకలు విరిగితే కొత్త ఎముక ఏర్పడి అవి మాసిపోవచ్చు. కాని నాడీ కణాలకు మట్టుకు ఆలాటి ధర్మం (property) లేదు.

రెండోది :- కేంద్ర నాడీ వ్యవస్థ (కే.నా.వ్య.) ప్రధాన కార్య మేమిటంటే, మనిషిని చేతనస్థితి

(State of consciousness) లో ఉంచడం. దీనికి ఏ మాత్రం భంగం కలిగినా మనిషి అచేతనుడై పోతాడు.

మూడోది :- గుండె కొట్టుకోవడం, ఊపిరి తిత్తుల శ్వాసక్రియవంటి శరీరంలోని అత్యంత ప్రధాన కార్యాలు ప్రత్యక్షంగానో, పరోక్షంగానో మెదడుమీద ఆధారపడ్డవే, కాని గత యాభై ఏళ్లలో మాలికమైన వైద్య విజ్ఞాన పరిశోధనలు అద్భుతమైన ప్రగతిని సాధించాయి. ఇంగ్లండులో విక్టర్ హార్సలే (Victor-Horsely), అమెరికాలో హార్వే కుషింగ్ (Harvey Cushing), వాల్టర్ డాండి (Walter Dandy) అనే వాళ్లు, కే. నా. వ్య. మీద చేసే శస్త్ర చికిత్స క్షేమకరమే కాకుండా అనేక సందర్భాలలో లాభకరమని కూడా నిర్ధారణ చేశారు. అయితే ఒక చిక్కుంది. ఈ మెదడు

వెనుబామూ రెండూకూడా అస్థి కుహరముల (Bony Cavities)లో నిక్షిప్తమై ఉంచటంవల్ల దృష్టిద్వారా పరిశీలన లేదా స్పర్శ ద్వారా పరిశీలన లేదా స్టైతస్కోప్ తోనో అలాంటి మరో సాధనంతోనో శబ్ద పరిశీలన వంటి మామూలు వైద్య పరిశీలనా పద్ధతులు వీటికి పనికిరావు. అయితే ఈ నాటి నాడీమండల చికిత్సకుని ( Neuro-surgeon ) రోగ నిదాన సాధనాల్లో ప్రత్యేకమైన ఎక్స్-రే. విధానాలే కాకుండా - ఐసోటోప్ పరీక్ష (Isotopic Scanning)' అతిస్వనక (Ultra - sonic) ప్రతిధ్వని పరీక్ష ( Sound echcing ), ఎలక్ట్రో ఎన్ సెఫాలోగ్రఫీ, (Electro encephalography.) ఎలక్ట్రో మయోగ్రఫీ (Electro myography) మొదలైన - ఎలక్ట్రాన్ ష్ట్ పద్ధతులు కూడా ఉన్నాయి. నాడీ శస్త్రచికిత్స యొక్క యాంత్రిక సౌలభ్యం అనాస్థీసియాలజీ, (Anosthesiology), నాడీ - శరీరధర్మ శాస్త్రం(Neuro-physiology), జీవరసాయనశాస్త్రం (Bio-chemistry), వ్యాధి విజ్ఞానశాస్త్రం (Pathology) వంటి వాటిలో సాగిన ఆధునిక ప్రగతిమీద ఎంతగానో ఆధారపడి ఉన్నది.

ఇక్కడ ఒక ముఖ్యమైన విషయం స్పష్టం చెయ్యవలసిఉంది. నాడీమండల శాస్త్రజ్ఞుడూ నాడీ మండల చికిత్సకుడూ కూడ, ఆకారంగల మెదడుకూ, ఆకారంలేని మనస్సుకూ గల భేదాన్ని స్పష్టంగా గుర్తిస్తారు. అయితే కే. నా. వ్య.లో మనస్సుకు ప్రతిగా భౌతికమైన భాగమేదన్నా ఉండో లేదో, అనే విషయం మాత్రము తెలియదు. నాడీ వ్యవస్థను చికిత్సకుడు భౌతిక నిర్మాణరీతి (Physical Structure) గా మాత్రమే చూస్తాడు. దాంట్లో ఉన్న లోపాల్ని మాత్రమే నయంచెయ్యడానికి ప్రయత్నిస్తాడు. కొన్ని కొన్ని సందర్భాల్లో శరీర నిర్మాణంలోని లోపాలు - కొన్ని మానసిక రుగ్మతా లక్షణాలు బయల్పడడానికి - హేతువులు

కావచ్చు. కాని, సాధారణంగా, కేవలం మనస్సుకు సంబంధించిన రుగ్మతలు శరీరనిర్మాణానికి సంబంధించిన లోపాల్ని వేటిని ప్రదర్శించవు. మనో వ్యాధులు మనోవ్యాధిచికిత్సకుని పరిశీలనీవి. అతని సలహాననుసరించి, శస్త్ర వైద్యుడు అప్పుడప్పుడు కొన్ని మనోవ్యాధి లక్షణాల్ని తొలగించడానికై మెదడుకు కొన్ని నిర్దిష్టమైన శస్త్రచికిత్సా ప్రక్రియలు సాగిస్తూ ఉంటాడు.

శరీరనిర్మాణంలో-సాధారణంగా మూత్రపిండం, కాలేయం వంటి-అవయవాలు రోగగ్రస్తం కావడానికి ఎంత అవకాశముందో అంత అవకాశమే, వెనుబామన్ను మెదడున్ను రోగగ్రస్తం కావడానికి కూడా ఉంది. వీటిని బదు శీర్షికల క్రింద వింగడించవచ్చు.

1. జన్మసిద్ధమైన లోపాలు,
2. గాయాలు.
3. వ్యాధి సంక్రమణలు.
4. అపవృద్ధులు లేదా కంటులు.
5. ఊణతలు.

### 1. జన్మసిద్ధమైన లోపాలు

మానవశిశువు జన్మించేనాటికి కే. నా. వ్య. సంపూర్ణ వికాసంలో 50% కూడా పూర్తికాదు. అందువల్ల శిశువు, తల్లి పోషణ మీదే ఎక్కువ కాలం ఆధారపడి ఉంటుంది. జంతుజాలమంతటిలోకీ, ఈ విధంగా తల్లిపోషణ మీద అతి దీర్ఘకాలం ఆధారపడేది మానవ శిశువు ఒక్కటే. ఈ అపరిపక్వత వల్ల కొన్ని రకాల జన్మసిద్ధ, లోపాలు రావడానికి అవకాశముంది. వీటిలో కొన్నిటిని మాత్రమే, శస్త్రచికిత్స, ద్వారా నయంచెయ్యడానికి వీలుంది. రవంత కూడా తెలివితేటపోషడం దగ్గర్నుంచి మందకొడితనం వరకు ఉండే బుద్ధివికాసలోపాలు శస్త్రచికిత్సతో నయమయ్యేవి కావు. నాడీ వ్యవస్థలో అదనంగా సజీవమూ క్రియాత్మకమూ అయిన నాడీ

కణాన్ని కనీసం ఒకటయినా చేర్చడానికి వీలయిన శస్త్రచికిత్సా పద్ధతి కానీ, వైద్య పద్ధతి కానీ ఇంత వరకు లేనే లేదు. అట్టిది ఇకముందు కనిపించే అవకాశం అంతకన్నా లేదు. అందువలన అట్టివి గాకుండా చికిత్సకు సాధ్యమయ్యే కొన్ని లోపాలు ఈ దిగువ ఈయబడినవి.

#### (a) జలకాపాలిత (Hydro Cephalos)

మెదడు కుహరాల్లోకి ఒక రకమైన ద్రవం ఎక్కువగా చేరడం వల్ల పరిమాణం వికృతంగా పెరిగి పోవడం, దాని మూలంగా మెదడు చిక్కి పోవడం కొంత మంది శిశువులో చూస్తుంటారు. ఈ వికృత స్థితిని నయంచెయ్యటం సాధ్యంకాదని ఇటీవలిదాకా అనుకుంటూ ఉండేవారు. కాని ఇప్పుడు శస్త్ర చికిత్సకులు దీనికై ప్లాస్టిక్ సాధనాలు కొన్ని కనిపెట్టారు. వాటి సూక్ష్మమైన కవాటాల ద్వారా మెదడులో నిలవఉన్న అదనపు ద్రవాన్ని గుండెకు మళ్లించి సామాన్య స్థితికి తీసుక రావడానికి అవకాశం కలుగుతోంది.

#### (b) కపాల సంకోచనము (Cranio-Stenosis)

లోపల ఉన్న మెదడు పెరిగిపోతూ ఉండడం వల్ల దానికి కావలసిన చోటుకోసం శిశువు పుర్రె కూడా పెరిగిపోతూ ఉంటుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు ఇలా పెరగకుండా, పుర్రె ఒక పెద్దెలా కుంచి చుకుపోయి మెదడుకు ఒత్తిడి తెస్తుంది. ఇలాదీ దాన్ని శస్త్రచికిత్సతో నయంచెయ్యవచ్చు. సకాలంలో చేసినట్లయితే శిశువుకు ఎంతో మేలు కలుగుతుంది.

#### (c) వెనుబాము త్వక్ లోపము, కుల్యా లోపము (Spinal meningoceles and myeloceles)

ఇవి వెనుబాము పెరుగుదలకు సంబంధించిన లోపాలు. దాంట్లోంచి వెలువడే నరాలు అడ్డదిడ్డంగా

సాగుతూ చేరవలసిన చోటికి చేరకపోవడంవల్ల, వీపుమీద కంటి తేలడానికి అవకాశం ఉంటుంది. ఇవీ, ఇటువంటి మరికొన్ని లోపాలు కొంతవరకు శస్త్రచికిత్సకు లొంగుతాయి.

#### (d) ప్రసరణ లోపాలు (Vascular defects)

శరీరంలో చాలా చురుకుగా పనిచేసే భాగమూ, మొత్తం రక్తప్రసరణలో అధికాంశం అవసరమైన భాగమూ, కే. నా. వ్య. యే. నిజం చెప్పాలంటే 5-7 నిమిషాలకు మించి రక్తమూ, ప్రాణవాయువు, అందక పోయినట్లైతే కే. నా. వ్య. శాశ్వతమైన చెరుపుకాని, ప్రాణహాని కలిగించే అపాయంకాని లేకుండా మనలేదు. అందుకే కే. నా. వ్య. లో రక్తనాళాలు సమృద్ధిగా ఉంటాయి. వాటిలో కొన్ని లోప భూయిష్టంగా ఉండవచ్చు. ఇవి పగిలి అపాయకరంగా రక్తస్రావం జరగవచ్చు. ఈ లోపాల్ని ఆధునిక ఎక్స్-రే విజ్ఞాన పద్ధతుల ద్వారా సకాలంలో గుర్తించడానికి, శస్త్రచికిత్స ద్వారా నయం చెయ్యడానికి ఇప్పుడు అవకాశాలున్నాయి. చికిత్సక సూక్ష్మదర్శని (Operating microscope) సాయంతో మరింత సున్నితమైన శస్త్రచికిత్స విధానాన్ని ఇటీవం రూపొందించారు.

#### (e) మూర్చ (Epilepsy)

మూర్చకు సంబంధించిన చాలా జాడ్యాలకు కే. నా. వ్య. లోపమేదీ కారణంగా కనిపించదు. అందువల్ల శస్త్రచికిత్సా సమస్యలేవీ ఇక్కడ ఉండవు. చాలాకాలంపాటు సరైన వైద్యం చేసినట్లైతే దీన్ని చక్కగా నయంచెయ్యవచ్చు. అయితే ఈ రకమైన మూర్చలు మెదటిఅపవృద్ధి (Brain-tumour)ని గానీ, శస్త్ర చికిత్స అవసరమైన మరొక లోపాన్ని కానీ, సూచించే లక్షణం కావచ్చు. అటువంటి జాడ్యాలను శస్త్రచికిత్స ద్వారానే నయం చెయ్యాలి.

## 2. గాయాలు

ఆధునిక జీవితంలో వేగం పెరగడంతో పాటు దెబ్బలు తగిలే అవకాశాలు కూడా ఎక్కువయ్యాయి. వాటిలో, తలకు దెబ్బలు తగలడం మరీ మామూలై పోయింది. వీటి విషయమై ఇప్పుడు మరింత శ్రద్ధ తీసుకోవలసి వస్తోంది. ఇక్కడ ఒక విషయం గమనించాలి. తలదెబ్బ అంటే, పుర్రెకు కాని, తల చర్మానికి కాని కలిగే హానికాదు. మెదడుకు కలిగే హాని. ఈ దెబ్బల్లో విశేష మేమిటంటే. పుర్రెగానీ, పై చర్మంగానీ చెక్కు చెదరకుండా ఉండి లోపలి మెదడు మోరంగా దెబ్బతింటుంది; లేదా మెదడు సురక్షితంగా ఉండి పుర్రెగానీ, పై చర్మంగానీ దెబ్బ తినవచ్చు. లాఠీ దెబ్బలవంటి వాటివల్ల తలకు సూటిగా తగిలే దెబ్బలు వెలి గాయాలు (Open wounds) ఏర్పడ్డానికి కారణమవుతాయి. పై చర్మం చిట్టిపోతుంది; పుర్రెబద్దలవుతుంది; దెబ్బ తిన్న మెదడులోని పదార్థమూ నెత్తురూ బయటికి కారుతాయి. ఇవిచాలా తీవ్రమైన సమస్యలు. కానిఅన్ని సందర్భాల్లోనూ, మామూలు వాళ్ళకు కనిపించేటంత ప్రమాదంగామాత్రం ఉండవని. సకాలంలో మంచి శస్త్రచికిత్స జరిపినట్లైతే ఆకాల మరణాల సంఖ్యను, అంగవైకల్యాన్ని ఎంతగానో తప్పించవచ్చు. తల దెబ్బలు తిన్నవాళ్ళను - చేతనస్థాయిని ప్రధానంగా తీసుకున్నట్లైతే-మూడు రకాలుగా వింగడించవచ్చు.

i. దెబ్బతగిలిన తరువాత అచేతనంగా లేని వాళ్ళు, కేవలం కొద్దిసేపు మాత్రమే అచేతనంగా ఉన్నవాళ్ళు:- ఇటువంటి వాళ్ళకు మామూలు వైద్యం చేస్తే సరిపోతుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు, చెయ్యిక పోయినా ఫరవాలేదు. మెదడుకు ఏమంత పెద్ద దెబ్బ తగలదు.

ii. ప్రమాదం జరిగినప్పటినుంచి అచేతన స్థితి లోనే ఉండి, అప్పటినుంచీ అలాగే ఉన్నవాళ్ళు:- ఇలాంటి వాళ్ళకు మెదడు తీవ్రంగా దెబ్బతిన్నదన్న

మాట. ఒక్కొక్కప్పుడిది ప్రాణాంతకం కూడా కావచ్చు.

iii. ప్రమాదం జరిగిన తరువాత కొద్దిసేపు స్పృహ ఉండి తరువాత క్రమానుగతరీతిలో చేతనత్వం కలుగుతూండేవాళ్ళు:- ఇలాటివాళ్ళకు ప్రాణ హాని కలిగించేటంత పెద్దదెబ్బ తగలలేదన్నమాట. కాని రక్తస్రావం (Haemorrhage) లాంటి చిక్కులు అదనంగా ఏర్పడి మెదడు ఒత్తుకొని పోతుంది. ఇలాంటివే తక్షణమే శస్త్రచికిత్స అవసరమైన సందర్భాలు. ఆ చికిత్స కూడా సకాలంలో జరిగితే మనిషి బతికి బయటపడతాడు.

## 3. వ్యాధి సంక్రమణలు (Infections)

కే. నా. వ్య. కు వచ్చే తీవ్రమైన వ్యాధి సంక్రమణలు సాధారణంగా, దగ్గరలో ఉన్న చెవి, ముక్కు వంటి వాటినుంచి వ్యాపిస్తుంటాయి. ఇటువంటి సంక్రమణలు మెదడులో ఒక గడ్డ మాదిరిగా ఏర్పడతాయి. క్షయవంటి దీర్ఘకాలిక సంక్రమణం (Chronic Infections) వల్ల ఒక్కొక్కప్పుడు “కంతులు” పుట్టి మెదడు కుంచించుకు పోవచ్చు. క్షయవ్యాధి నిరోధకమైన యాంటి - బయోటిక్ (Anti - biotic) మందులు వచ్చిన తరువాత ఈ “క్షయవ్యాధి కంటి” (Tuberculomas) ని చక్కగా కోసివేయడానికి, మెదడులో తక్కిన భాగాన్ని కాపాడానికి వీలవుతోంది. వెనుబాముకు వచ్చే తీవ్రమైన వ్యాధిసంక్రమణలు చాలా అరుదు. కాని కశేరువంధము (Vertebral column) నకు సంక్రమించేది మాత్రం చాలా సామాన్యం. దీనివల్ల వెనుబాము కుదించుకు పోయి శరీరంలోని కింది అవయవాలన్నిటికీ కూడా పక్షవాతం రాగల ప్రమాదముంది. వెనుబామును కప్పి ఉండే ఆచ్ఛాదనం (Coverings) కు సోకే దీర్ఘకాలిక సంక్రమణలు (Arachnoiditis) మనదేశంలో సర్వసాధారణం. వాటివల్ల, ఆ పైన చెప్పిన రీతిలో పక్షవాతం వస్తుంది. ఈ రకమైన వ్యాధికి క్షయవ్యాధి కారణ

మైతే అనేకమైన ఇతర జాడ్యాలకు నిర్దిష్టమైన హేతువులేమిటో ఇంతవరకు నిర్ధారణ కాలేదు.

#### 4. అపవృద్ధులు లేదా కంతులు (Tumours)

కంతులు ఏర్పడ్డానికి తరచుగా మెదడు స్థాన మని చెప్పవచ్చు. అయితే శరీరంలో తక్కిన చోట్ల ఏర్పడే కంతుల మాదిరిగా కాకుండా, మెదడు కంతులకూ వెన్ను కంతుల (Spinal tumours) కూ గల ప్రత్యేక లక్షణమేమంటే, అవి పుర్రెలోనూ కశేరుకుల్యలోనూ చాలా కఠిన (Rigid) మైన పరిమిత ప్రదేశంలో పెరుగుతాయి. దీనివల్ల మామూలు మెదడు, వెనుబాము క్రమ క్రమంగా కుదించుకుపోవడం జరుగుతుంది. ఇందులో కంటి ఏర్పడ్డంవల్ల కనబడే లక్షణాలకంటే, ఆ విధమైన కుదించు ఫలితంగా వచ్చే లక్షణాలు ప్రముఖంగా కనిపిస్తాయి. ఆసక్తికరమైన మరొక యథార్థమేమిటంటే, శరీరంలో తక్కిన చోట్ల బయలుదేరే అపాయకరములగు (Malignant) కంతులు రక్తప్రవాహం ద్వారా త్వరగా వ్యాపించి మెదడుకు చేరి రెండవ స్థాయి (Secondary) కంతులు ఏర్పడ్డానికి కారణమవుతాయి. నిజానికి మెదడులో పుట్టే వాటిలో అన్నిటికంటే అపాయక రమైన కంటి కే. నా. వ్య. బయట వ్యాపించేది కాదు. దురదృష్టవశాత్తు మెదడు కంతులు చాల వరకు అపాయకరమైనవి, నష్టసూచకమైనవి. కాని కశే రుత్వచకంటి (Meningiomas), పిట్యూటరీగ్రంధి కంతులవంటి సౌమ్యపు (Benign) కంతుల్ని శస్త్రచికిత్స ద్వారా నయంచెయ్యడానికి అవకాశం లేదు. అయితే వెనుబాము కంతులు చాలావరకు అనుకూలమైనవి, శస్త్రచికిత్సకు లొంగేవి. కే. నా. వ్య. లో కంటి ఏర్పడ్డంలో ఒక ఆసక్తికర విషయాన్ని గమనించవలసి ఉంది. నాడీకణము ఎప్పుడూ - అది అనుకూలమైందిగానిండు, ప్రతి కూలమైనదికానిండు - కంటి ఏర్పడ్డానికి అవకాశ మివ్వదు. దానిచుట్టూ ఆధారకమైన "గ్లయల్"

(glial) కణజాలంవల్లే కంటి ఏర్పడుతుంది. అందు వల్ల దాన్ని "గ్లయోమస్" (gliomas) అంటారు.

శరీరంలో అన్ని అవయవాల మాదిరిగానే, మెదడుకూడా, ముసలితనము వచ్చినకొలదీ పటుత్వం కోల్పోతూఉంటుంది, కాని ఒక్కొక్కప్పుడు కే. నా. వ్య. కు వార్ధక్యం రావడం వల్ల కలిగే ఇబ్బందులను శస్త్రప్రక్రియల ద్వారా, నయం చెయ్యడానికి కొంతవరకు అవకాశముంది, "పార్కిన్ సన్ జాడ్యం" (Parkinsonism) అనేది ఇందులకు ఒక ఉదాహరణ. ఈస్థితిలో రోగి నడకతీరు (Gait) లో నిలకడ ఉండదు. చేతులూ, కాళ్ళూ ఆపుకోలేనంతగా అడుగుతూ ఉంటాయి. "స్టీరియో టాక్సిక్" (Stereotoxic) అనే పేరుతో వ్యవహరింపబడే ఒకరీతి శస్త్రచికిత్సలోని ఆధునిక సంవిధానాలు, దాని చికిత్సను సాధ్యంచేశాయి. చికిత్సకుడు శస్త్రం చెయ్యవలసిన భాగాలు, మెదడుకు అడుగున లోతుగా ఉంటాయి. వై మెదడుకు శాశ్వతమైన ప్రమాదం కలిగించకుండా, ఆ భాగాల్ని స్పృశించడం సాధ్యంకాదు. అయితే స్టీరియో టాక్సిక్ విధానాలు దీన్ని సాధ్యం చేశాయి, ఆపరేషన్ చేసే సూదిని లోతుకు చొప్పించడానికి వీలయిన పరికరం రూపొందింది. సూదిపోకడను ఆ పరికరము మూడాయతనముల (Three Dimensional) పద్ధతిలో నడిపిస్తుంది.

#### శస్త్రపద్ధతి ప్రకారం బాధానియంత్రణ.

##### (Surgical control of pain)

నాడీమండల చికిత్స రోజురోజుకీ విస్తరిస్తోంది. ఇంకా కొత్త రంగాల విషయంలో పరిశోధనలు సాగుతున్నాయి. వాటిలో ఒకటి. ఆడవాళ్ళకి వచ్చే గర్భాశయ గ్రీవ వ్రణం (Cervix cancer). ఇట్టి వాటిలో బాధ పెట్టేవోట శస్త్రచికిత్స ద్వారా ఉపశమనం కలిగించడం. జరుగుతుంది. వీటిని నయం చెయ్యడానికి అనుకూలమైన శస్త్రచికిత్సలు కూడ కొన్ని రూపొందాయి.

### పరిధీయ నాడులు (Peripheral Nerves)

పరిధీయ నాడీ వ్యవస్థలో కే. నా. వ్య. లో లాగ, నాడీ కణాలు ఉండవు గాని తంత్రికాక్షాల దీర్ఘభాగాలు (Prolongations) ఉంటాయి. తంత్రికాక్షాల ఆరోగ్యం, నాడీకణాల ఆరోగ్యం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. కాబట్టి అటువంటి నాడీ పునరుత్పత్తి చాలా మందకొడిగాను అపరిపూర్ణంగానూ, ఉన్న సందర్భంలో దెబ్బతిన్న పరిధీయనాడులను తరచు బాగుచెయ్యడానికి అవకాశముంది. కాని ప్రమాదాల్లో బాగా నలిగిపోవడమో, పూర్తిగా తెగిపోవడమో జరిగిన పరిధీయ నాడుల్ని కుట్టడమే

కాక, అంటుగట్టి కూడా నయంచెయ్యవచ్చు. ఐదో కపాల (Cranial) నాడీ మాదిరి పరిధీయ నాడులు కొన్ని 'నాడీవేదన' (Neuralgia) అనే విచిత్ర స్థితికి కారణమవుతాయి. ముఖమీద తీవ్రంగా బాధకలిగించే నొప్పులు తెరలు తెరలుగా వస్తాయి. అవి ఒకసారి తగ్గిపోతే, ఇంక శాశ్వత రోగ లక్షణాల్ని వేదినీ చూపించవు. అటువంటి ఈడ్పులు (Spasms) చాలా బాధాకరమైనవి. వాటిని శస్త్ర చికిత్స ద్వారా నయంచెయ్యవచ్చు.

డా॥ బి. దయానందరావు.

## 125. సామాన్య శస్త్ర వైద్యము

శస్త్ర వైద్యమునకు సంబంధించిన సంక్రమణలు - కురుపులు (గడ్డలు) - వాని కారణములు - చికిత్స

సంక్రమణ అనగా వ్యాధిని కల్గించు క్రిములు శరీరమును ఆవహించుట. ఈక్రిములలో కొన్ని శరీరములోని కొన్ని కణములను అభిమానించును. ఉదాహరణ : స్టాఫిలోకాకై అను క్రిములు ఎముకలు, చర్మమును, స్ట్రెప్టోకాకై అను క్రిములు శ్లేష్మస్తరమును, న్యూమోకాకై ఊపిరితిత్తులను ఆంత్రవేష్టనమును అభిమానించును.

సాధారణముగా చీమును కల్గించు ముఖ్యమైన కొన్ని క్రిములు స్టాఫిలోకాకై. ఇవి గుత్తులు, గుత్తులుగానుండి గ్రామ్స్ అభిరంజనమును తీసికొనును. ఇవి చర్మమును, చర్మము అడుగుననుండు కణజాలములను ఆవహించి కురుపులు, రాచకురుపులు కలుగజేయును.

స్ట్రెప్టోకాకై క్రిములు:- గొలుసులవలె పొడవుగా ఆమరియుండును. గ్రామ్స్ అభిరంజనము తీసి

కొనును. పీనిలో హిమోలిటిక్, నాన్ హిమోలిటిక్ అని రెండురకములు కలవు. ఎరిసిపెలస్, సెల్యులైటిస్ వంటి తీవ్రమైన వ్యాధులను హిమోలిటిక్ స్ట్రెప్టోకాకై కలుగజేయును.

### i. చీముగడ్డ

దెబ్బ తగులుటవలన గాని, సమీప ప్రాంతము నందలి సంక్రమణ చెందిన ప్రదేశమునుండిగాని, వచ్చెడి క్రిములు రక్తనాళముల ద్వారా ఒక ప్రదేశమున చేరి అచ్చట వృద్ధియై విషపదార్థములను పుట్టించి తీక్షణమైన శోథము (వాపు) కలుగజేయును. తర్వాత ఆక్కడనున్న కణజాలము నిర్జీవమై చీముచేరి, నిరోధములేని మార్గముల ద్వారా ఉపరితలమునకు వచ్చును. శరీరదార్ధ్యము బాగుగ నున్న ఎడల చీము శోషించిపోవును.

**వ్యాధి లక్షణములు :-** సంక్రమణ కల్గిన స్థానము వాచి, బాధపెట్టును. ఆ భాగమును క్రిందికి వంచిన బాధ ఎక్కువగును. ఈ ప్రదేశము వేడిగా నుండి ఎరుపెక్కి ముట్టుకొనిన బాధపెట్టును. ఈ చీము గడ్డ లేచిన భాగము తన కర్తవ్యమును నిర్వహించ జాలదు.

**చికిత్స :-** జబ్బుపడిన భాగమునకు విశ్రాంతి నిచ్చి వైకెత్తి పెట్టుటవలన కొంత ఉపశమనము కలుగును. సూక్ష్మజీవి నాశకముగు పెన్సిలిన్ వాడి శస్త్రచికిత్స ద్వారా చీమును వెలుపలకు తీసివేయ వలెను.

#### ii రాచకురుపు

ఇది బహుకణ్యులు గల చీము కురుపు. సాధారణముగ మధుమేహముతో బాధపడువారికి మెడ మీద, వీపుమీద ఇది పుట్టును. చర్మముక్రింద చీముచేరి చర్మఉపరితలమునకు అనేక రంధ్రముల ద్వారావచ్చును. చర్మము నిర్జీవమై పుండు అగును.

**చికిత్స :-** క్రుశ్మిన చర్మమును తీసివేసి విశాల పరిధి కల జీవనాశకములను వాడవలెను. మధుమేహమును ఇన్సులిన్ ద్వారా అదుపులో పెట్టవలెను.

#### iii. గోరుచుట్టు, మడమశూల

చేతి వ్రేళ్ళకు, కాలివ్రేళ్ళకు గోరుచుట్టు వ్యాధి వచ్చును. మడమల శూలకూడ ఈ కోవకు చెందినదే. ఈ రెండును స్టాఫిలోకాకై వలననే కలుగును.

#### iv. ఎరిసిపెలస్ :

ఇది హిమోలిటిక్ సైప్రోకాక్ న్ వలన కలుగును. చర్మమునకు అడుగున నుండు కణజాలములలో సంక్రమణకలుగును. ఒక గాయమున ఈవ్యాధి సోకినపుడు గాయముచుట్టూ ఊదారంగు పొక్కులు లేచి, చితికి నీరుకారును. కొన్ని దినముల తర్వాత పొక్కులు నమసిపోయి, వాటిస్థానమున ఎఱ్ఱని చర్మపురంగు మిగులును.

**చికిత్స :** ఈవ్యాధి అంటువ్యాధి. అందువలన వ్యాధిగ్రస్తుని ఇతరులనుండి వేరుచేయవలెను. సిటితో మెగ్నీషియమ్ సల్ఫేటు ద్రావణము తయారుచేసి, దానితో తడిపిన కట్టులు కట్టవలెను. పెన్సిలిన్ ఇంజక్షనులు ఈవ్యాధిని నయముచేయును.

#### గాయముల వలన కల్గిన సంక్రమణలు

గాయములు తగిలిన వారికి తగువైద్యము చేయ కుండుటవలన కొన్నివ్యాధులు సంక్రమించును. వానినిగూర్చి క్లుప్తముగా తెలిసికొందము.

#### i. ధనుర్వాతము

దీనిని ఇంగ్లీషులో “దెటనస్” అందురు. ఈ వ్యాధికి వాయురహిత వాతావరణములో పెరిగెడి క్లాస్ట్రిడియమ్ డెటనీ అను సూక్ష్మజీవి కారణము. ఇది శాశాహారజంతువుల ప్రేగులలో యుండును. మట్టిలో సిద్ధబీజాలుగా నుండును. ఈ సూక్ష్మజీవులు కణజాలములో ఉండి గాయము తగిలినపుడు వ్యాధి జనకాలు అగును.

**వ్యాధి లక్షణములు :** కండరము బిగుసుకొనుట, వాడ బిగుసుకొని నోరుతెరువలేక పోవుట. దేహము ప్రక్కకుగాని లేదా ధనుస్సువలె వెనుకకు వంగి పోవుట అనునవి ఈవ్యాధికి లక్షణములు. రోగి యొక్క చాతీ కండరములు బిగుసుకొనుట వలన ఊపిరితీయుట కష్టమగును.

**వ్యాధి నివారణ :** చిన్నపుడే పిల్లలకు ట్రిపుల్ అంటిజన్ ఈయవలెను. ఇది ధనుర్వాతము నుండియేకాక డిఫ్తీరియా, కోరింత దగ్గులనుండి కూడా రక్షణకల్పించును. ఆరు వారముల తర్వాత మరొక ఇంజక్షను ఈయవలెను. దీనిని బూస్టర్ డోస్ అందురు. మూడవ ఇంజక్షను 8-12 నెలల తర్వాత ఈయవలెను. గాయము తగిలిన వెంటనే గాయమును కడిగి శుభ్రపరచవలెను. పెన్సిలిన్ ఇంజక్షనులు ఈయవలెను.



**చికిత్స :** వ్యాధిగ్రస్తుని ఇతరులనుండి వేరు చేయవలెను. వెలుతురు, శబ్దము వాతలక్షణములను అధికము చేయును కాబట్టి వీలై నంత వరకు రోగి యుండు ప్రదేశమున వెలుతురు తక్కువగా నుంచ వలెను. శబ్దము చేయరాదు. అంటి డెటనన్ సిరమ్ తగు మోతాదులలో ఈయవలెను. పెన్సిలిన్ కు ఈక్రిములపై ప్రభావము కలదు కావున దానిని ఇంజక్షను రూపమున ఈయనగును.

## ii. గ్యాస్ గాంగ్రీన్

ఈవ్యాధి క్లాస్ట్రీడియమ్ ప్రజాతికి చెందిన క్లాస్ట్రీడియమ్ పెర్ ఫ్రీంజెన్స్, క్లాస్ట్రీడియమ్ సౌరొజీన్స్, అను సూక్ష్మజీవులవలన కలుగును. ప్రమాదములవలన కల్లుగాయములు, తుపాకి గాయములు, మట్టితో పంకిలమైన గాయములు, ఈవ్యాధికి దారితీయును.

**వ్యాధి లక్షణాలు :-** క్లాస్ట్రీడియమ్ వలన వచ్చు మీయెసెటిన్ చాల ప్రమాదకరమైన వ్యాధి. దుమ్ము రంగులో ఉండి, చెడు వాసనగల స్రావం, గాయము నుండి వస్తుంది. గాయము చుట్టును ఒత్తినవడల గరగర శబ్దము వచ్చును. చర్మము ఉబ్బి నీలి వర్ణము పొందుతుంది. కండరములు సంకోచ శక్తిని, రక్త ప్రసారమును కోల్పోవును.

**చికిత్స :** గాయమును శుభ్రపరచి పెన్సిలిన్ ఎక్కువ మోతాదులలో ఈయవలెను. గ్యాస్ గాంగ్రీను సిరమ్ 40,000 యూనిట్లు ఇయ్యవలెను. అవయవము క్రుశ్మిపోయిన యెడల తీసివేయవలెను.

**నివారణ :** గాయములను ఆశ్రద్ధ చేయరాదు. గాయములను శుభ్రపరచి పెన్సిలిన్ ఇంజక్షనులు ఈయవలెను.

## iii. మధురా పుట్

ఇది ఉష్ణమండల ప్రాంతపు హిందూ దేశము వంటి దేశములలో వివిధ ప్రాంతములందు కాన వచ్చును. ఈ వ్యాధి ఊస్పొరా మదురె అనేది

ఫంగస్ వలన కలుగును. ఇది దుమ్ములో ఎక్కువగా నుండును. పాదములకుగాని, చేతులకు గాని ముల్లు గుచ్చుకున్నపుడు ఈ ఫంగస్ శరీరమును ఆవహించును. ఆ ప్రదేశమున ఒక బాధారహితమైన యొక గుల్ల ఏర్పడును. ఈ గుల్ల పగిలి రసీ కార వచ్చును. ఈ రసియందు పచ్చటి, నల్లని పలుకులు ఉండును. పాదము వాచి లోతులు పూడుకొని పోవును. చివరి దశయందు ఈ సంక్రమణ ఎముక లకు గూడ ప్రాకును.

**చికిత్స :** వ్యాధి ఆదిమదశయందు విశాల పరిధి కల జీవనాశకములను వాడవలెను. కుష్ఠ వ్యాధికి వాడెడి 'డాప్సోన్' కూడా ఈ వ్యాధిని అదుపులో నుంచును. వ్యాధి ఎముకలకు పాకిన యెడల ఆ భాగమును తీసివేయవలసివచ్చును.

మానవులకు క్రిమి కీటకముల వలన గూడ కొన్ని వ్యాధులు సంక్రమించుచున్నవి. వానిలో కొన్ని ఈ దిగువ ఈయబడినవి.

## i. బోదకాలు (ప్రైలేరియాసిస్)

ఈ వ్యాధికే శ్లిష్టపదము అనియు వ్యవహారము కలుగును. ఈ వ్యాధి ఆంధ్రదేశమున ఉభయ గోదావరి, విశాఖపట్టణము జిల్లాలో ఎక్కువగా యున్నది. ఈ వ్యాధి ఉకరేరియా బాంక్రాప్టి అను క్రిమి వలన కలుగును. ఈ వ్యాధిగ్రస్తుల అవయవములు వాచి వికృతాకారము వస్తుంది. ట్యూరెక్స్ అను దోష యొక్క కాటువలన ఈ వ్యాధి వ్యాపిస్తుంది. దోష అర్ధరాత్రివేళ మనుషుల రక్తమును త్రాగుటకు వచ్చును. ఇది రక్తము త్రాగునపుడు ప్రైలేరియా పూన్నజీవులు రక్తములోనికి చేరును.

**వ్యాధి లక్షణములు :** అప్సరదప్పుడు జ్వరము వచ్చును. కాలు, లేదా చెయ్యి వాచును. శోష కంతులు పెద్దవగును. క్రమముగా చర్మము క్రింద నుండు కణజాలము, అధికముగా పెరిగి బోద (ఎలిఫెంటియాసిస్) వచ్చును. ఈ వ్యాధి స్త్రీలలో

చేతులకు, కాళ్ళకు. క్షీరగ్రంథులకు, మర్మస్థానమునకు వచ్చును. పుష్పలయందు కాళ్లు, ముష్టకోశము, లింగము ఈ వ్యాధికి లోనగును. ప్రాథమిక దశలో హెబ్రజాన్ అను మందు వాడుట వలన గుణము కనిపించును.

**నివారణ :** దోమతెరను వాడుట వలన దోమ కాటునుండి తప్పించుకొనవచ్చును. నీటిగుంటలు, చెరువులయందు దోమలు ఉత్పత్తికాకుండా డి.డి.టి. మందు చల్లవలెను.

## ii. నారికురుపు

ఇది డ్రాకంక్యులస్ ప్రజాతికి చెందిన నారిపురుగు వలన వచ్చును. మంచినీటికై దిగుడు బావులమీద, చెరువులమీద ఆధారపడినవారికి ఈ వ్యాధి వచ్చును. నారిపురుగు జీవిత చక్రములో సైక్లాప్స్ అనేది క్రస్టేషియన్ కలదు. మనిషి నీరు త్రాగునపుడు నీటిలోని సైక్లాప్స్ ను దానిలోని లార్వేయున్న కడుపులోనికి పోవును. కడుపులోని జీర్ణరసాలు సైక్లాప్స్ ను జీర్ణంచేసి దింభకాలను విడుదల చేస్తాయి. మనిషి నీటిలో దిగినపుడు చర్మం తొలుచుకొని పుండు చేసిన పురుగులు నీటిలో పోవడానికి సిద్ధంగా ఉంటాయి. ఈ వ్యాధి వలన శరీరమందెక్కడైనా కురపులు లేచి, వాపు, నొప్పికల్గి, మనిషి పని చేయలేకపోతాడు. ముందు టొబ్బపుట్టి, తర్వాత గాయమవుతుంది.

**చికిత్స :** మెట్రోనిడజోల్ అను మందును వాడుటవలన పుండ్లుమాని, బాధతగ్గును. నారిపురుగు చచ్చిపోవును.

**నివారణ :** నీరు కాచుకొని త్రాగవలెను. దిగుడు బావులలో బార్బెల్ చేపలను వదలిన సైక్లాప్స్ ను తినును.

## అపవృద్ధులు (ట్యూమర్స్)

అపవృద్ధి అనగా శారీరకముగా ఏ కార్యనిర్వాహణ లేకయే పెరుగు కణముల సముదాయమని

నిర్వచనము. ఈ అపవృద్ధినే కంటియనియు సాధారణంగా వ్యవహరిస్తారు. పెరుగుటకు కారణము ఏదేని బాహ్య ప్రకోపమని ఊహించబడుచున్నది. కొన్న కంతులకు వైరస్ కారణమని శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. అపవృద్ధులను విషమ, సౌమ్య వర్గములుగా విభజింపవచ్చును. విషమ వర్గమునకు చెందినవి శరీరములో నెచ్చట పుట్టినను ప్రాణాపాయము కలుగును. సౌమ్యవర్గమునకు చెందినవి జీవితావసర స్థానములందు కల్గినపుడు మాత్రమే ప్రాణహాని కలుగును.

సౌమ్య వర్గమునకు చెందిన కంతులు : ఉపకళ నుండి పుట్టు పాపిల్లోమా, తండుయత కణముల నుండి పుట్టు పైత్రోసు, కొవ్వకణముల నుండి పుట్టు లైపోమా, స్రావక గ్రంథులనుండి పుట్టు విడి నోమా, నాడీకంతులనుండి కల్గు న్యూరోపైత్రోమా, రక్తనాళికలలోకల్గు హిమాంజియోమా, శోషరస నాళమునుండి జనించెడి లింపాంజియోమా సౌమ్యవర్గమునకు చెందినవి.

విషమవర్గము : కార్సినోమా, సార్కోమా దుష్ట వర్గమునకు చెందిన కంతులు. మెలిగ్నెంటు మెల నోమా అనేది నల్లని రంగుగల కంటికూడా ఈ వర్గమునకు చెందినదే. కార్సినోమా పయస్సు మళ్ళిన వారియందు కలుగును. సార్కోమా తక్కువ పయస్సు కలవారియందు కూడా కలుగును. కార్సి నోమా రక్తనాళముల ద్వారాను శోషరస నాళికల ద్వారాను వ్యాపించి ప్రాణము తీయును. సార్కోమా రక్తనాళముల ద్వారా శరీరమందు వ్యాపించి త్వరితముగా ప్రాణహాని కల్గించును.

సౌమ్యవర్గమునకు చెందిన కంతులను శస్త్రచికిత్సచే నిర్మూలించ వచ్చును. కాన్సరు, సార్కోమా అదిమ దశయందు శస్త్ర చికిత్సకు లొంగును. ముదిరిన ఎడల శస్త్రచికిత్సతో పాటు ఎక్స్-రే వైద్యము గూడ అవసరమగును.

**డా॥ యస్. చంద్రశేఖర శాస్త్రి**

# 126. శస్త్ర చికిత్సా ప్రాముఖ్యంఉన్న శల్యరోగాలు

( Orthopaedic diseases of surgical importance )

శల్యరోగాలలో రకాలు

1. జన్మసిద్ధ, సంక్రమిత వైరూప్యాలు (Congenital and acquired deformities).
2. పెరుగుదల (development), లోటుదల (Deficiency) రోగాలు.
3. షతవికృతులు (Traumatic lesions). వీనినే ఎముక విరుగుడులు (Fractures) అని కూడ అనెదరు.
4. శోఫావికృతులు (వాపులు) ( Inflammatory lesions ).
5. నవకల్పక వికృతులు (Neoplastic lesions)
6. మృదుపేళికా వికృతులు (Soft tissue lesions)

1. పుట్టినప్పటినుంచి ఉన్న వైరూప్యాలూ, లేదా వయస్సు వచ్చినకొద్దీ సంక్రమించిన వైరూప్యాలూ, ఈ వర్గంలోకి వస్తాయి. వీటిలో చాలా రకాల స్థితులు ఉన్నాయి. అయితే ఇందులో ఒక ముఖ్యమైన సందర్భం వివరించడం జరుగుతున్నది. అది జన్మసిద్ధ పాదఅధోంత సంవలనము (Congenital Talipes Equino Varus-CTEV).

ఇది ఒక జన్మసిద్ధస్థితి. దీనిలో ముందు పాదం (forefoot) కుంచించుకొని (Adduct) ఉంటుంది. పాదమంతా లోపలికి తిరిగి (inversion) ఉంటుంది. మడమ క్రుంగుదల (Plantor flexion) కనపడుతుంది. పెద్దపిక్క యెముక (టిబియా) లోపలికి తిరిగి ఉంటుంది. ఈ వ్యాధికి కారణాన్ని రకరకాలుగా ప్రతిపాదించడం జరిగింది. కాని నిర్దిష్టమైన కారణం ఏదో ఇంతవరకు తెలలేదు. సాంప్రదాయక

పద్ధతిలోగానీ, శస్త్ర విధానంలోగానీ దీనికి చికిత్స చేయవచ్చు. ఆరంభదశలో అయితే మత్తు మంచిచ్చి ఎముకలు వంచి (manipulative technique) పాదాల వైరూప్యాలు సరిచేస్తారు. మళ్ళీమళ్ళీ అట్లా చేస్తే ఆ వైరూప్యం క్రమంగా తొలగి పోతుంది. ఈ వైద్యం తిరిగి తిరిగి చేయడంవల్ల ప్రయోజనం లేకపోతే, లేదా ప్రారంభం నుంచి ఈ వైరూప్యం మరీ ఎక్కువగా ఉంటే, శస్త్ర చికిత్స చేయవలసి ఉంటుంది. ఇటువంటి సందర్భంలో తొలిదశలో, రోగం ముదురక పూర్వమే వైద్యంచేయిస్తే మంచిది. సాధారణంగా కింద చెప్పిన స్థితులు కనిపిస్తూ ఉంటాయి.

i. జన్మసిద్ధ అస్థికుజ్జత (Achondroplasia): ఈ స్థితిలోని వ్యక్తికి కాళ్ళూ, చేతులూ పొట్టిగా ఉంటాయి. అయితే మొండెం పెరుగుదల సంపూర్ణంగా ఉంటుంది. కాని కాళ్ళూ, చేతులూ. దానికి తగ్గట్టు పెరిగి ఉండవు. పొడుగ్గా ఉండవలసిన ఎముకలు పొట్టిగానూ, వంకరగానూ, ఉంటాయి. తెలివి తేటలు మామూలుగా ఉంటాయి.

ii. ఆస్టి, మజ్జా అవరోపణ (Chondro-Osteodystrophy): ఈ వ్యాధి కూడా పైకి జన్మసిద్ధ అస్థికుజ్జతలాగే ఉంటుంది కాని ఈ రోగి పుట్టినప్పుడు మామూలుగానే కనిపిస్తాడు.

2a. పెరుగుదల వ్యాధులు :

i. క్లిష్ట మజ్జాపవృద్ధి (Dyschondroplasia): శరీరంలో ఒక పక్క ఒక అవయవంలోగాని, కొన్ని అవయవాలలోగాని, ఒకటిగాని, చాలాగాని ఎముకల పెరుగుదలలో వచ్చే వైరూప్యమిది.

ii అధికారీరక వివృద్ధి (Metaphysical Aclasis) మోకాలిదగ్గర, భుజందగ్గర, మణికట్టు దగ్గర చాలా ఎముకలు పెరిగి పోతాయి. ఈ పరిస్థితి అయిదారేళ్ల వయస్సులోనే వస్తుంది. అక్కర్లేని ఈ ఎముకలను కోసివేయ వలసి ఉంటుంది.

iii. అస్థిగత అపక్రమతలు Osteogenesis Imperfecta :- ఈ స్థితిలో ఎముకలు పెరుగుగా ఉంటాయి. అందువల్ల ఏమాత్రం చిన్నదెబ్బ తగిలినా విరిగిపోయే ప్రమాదముంది.

iv. తంతుక కణవివర్ధన(Fibrous Dysplasia):- ఎముకలో చాలా భాగం దట్టమైన తంతువులతో కూడిన తంతుమయ పేళిక (Fibrous tissue) ఉంటుంది.

## 2b. లోటుదల వ్యాధులు

i. అస్థివక్రత (రికెట్స్) :- ఈ వ్యాధి పిల్లలలో, విటమిన్ D తక్కువ కావడం వల్ల వస్తుంది. పొట్టలోనూ, పేగులలోనూ, (Gastro Intestinal Tract) కాల్షియం మాములుగా శోషణం చెందడానికి విటమిన్ D కావాలి. ఈ విటమిన్ లోపినే రికెట్స్ వస్తుంది. ఈ వ్యాధి వచ్చిన బిడ్డ చిరాకుగా, అశాంతి (Restless) గాను, ఊదర పొట్టతోనూ, మెత్తవడిన (Flabby) కండరాంతోనూ, వడలిన చర్మంతోనూ ఉంటుంది. ముందువైపు బాగుగ లావెక్కి తల పెద్దదిగా ఉంటుంది. చాలీ ముడుచుకొని ఉంటుంది. రొమ్ము ముందు భాగం వాచి, రుద్రాక్షమాలాగా కనిపిస్తుంది. పొడవు ఎముకలు వంగి, నడిచేటపుడు మోకాలి చిప్పలు కొట్టుకొంటూ విహవంతో బిడ్డ ఉంటుంది. వ్యాధి ఉపశమించుటకు విటమిన్ D ని కాల్షియంను పెద్ద మోతాదులలో వాడాలి. సంతులిత ఆహారం (Balanced diet) తీసుకోవాలి. బద్దల (Splints) సాయంతో అవయవాలను నిటారుగా ఉండేలా చేసి, వైరూప్యం రాకుండా చూడవచ్చు. వైరూప్యం మరి ముదిరిపోతే శస్త్ర చికిత్సతో సరివేయ వలసి ఉంటుంది.

ii. స్కర్వి (ఎండురోగం-Scurvy): విటమిన్ C లోపం వల్ల ఈ వ్యాధి వస్తుంది. రక్తకేశ నాళికల అంతస్తవ (Endothelium) చక్కగ కుదిరివుండి పని చేయవలెనంటే అందులకు సి విటమిన్ అత్యవశ్యకము. అది లోపించినపుడు ఎముకలోని పలుతావుల రక్తనాళాలు బద్దలై రక్తస్రావం జరుగుతూ ఉంటుంది. రోగి చిరాకుగా ఉండి ఎవరినీ తాకనీయదు. పళ్లచిగుళ్లు ముట్టుకుంటేసరి, రక్తం కారుతుంది. ఆ చిగురులు వాచి ఉంటాయి. పెద్ద మోతాదులలో విటమిన్ C వాడి, వైద్యం చేయవచ్చు.

iii. అస్థిశాలకత (Osteoporosis) :- ఈ వ్యాధిలో ఎముకలకు సంబంధించిన ఖనిజాలు లోపిస్తాయి. సామాన్యంగా వార్ధక్యంలో ఈ వ్యాధి వస్తుంది. మంచం విడిచి పెట్టకుండా విశ్రాంతి తీసుకుంటూ శరీరపోషక హార్మోనుల (Anabolic hormones) ను, తగు విటమిన్లను సమృద్ధిగా వాడితే, ఈ వ్యాధి తగ్గి పోతుంది.

## 3. క్షతవివృతులు (Traumatic lesions) :-

ఇవే అస్థిభంగములు (ఎముక విరుగుటలు-Fractures) అని కూడ వ్యవహృతాలు. ఎముక తీవ్రాఘాతము (Violence) కు లోనయినపుడు అది కుంటువడి విధిలేక వ్యవహరించుట (Forcible Solution) నే విరగడం లేదా అస్థిభంగం (Fracture) అంటారు. అట్టి తీవ్రాఘాతము సూటిగా నైనా, పరోక్షంగానైనా, తగులవచ్చు లేదా కండరాలకి దెబ్బతగిలినా అస్థిభంగం జరుగవచ్చును. ఈ అస్థిభంగాలు రకరకాలుగా ఉంటాయి.

1. సరళములు లేదా ఆవృతములు (Simple or closed) :- ఈ అస్థిభంగం బయటకు కనిపించదు.

2. క్లిష్టము లేదా వివృతము (Compound or open) :- ఎముక విరిగిన చోటు బయటకు సూటిగా గానీ, పరోక్షంగా గానీ కనిపిస్తుంది.

3. అనుగతము (Pathological :- ఎముక లో అదివరకే ఉన్న ఒక వ్యాధికి ఆనుషంగికం (Secondary) గా ఇది ఏర్పడుతుంది.

4. ఒత్తిడి (Stress) :- చాలా కాలం శ్రమ పడినప్పుడు గానీ, అలసి పోయినప్పుడు గానీ ఈ స్థితి ఏర్పడుతుంది.

అస్థిభంగాలు సంపూర్ణములు, అసంపూర్ణములు - అనే రెండు తీరులుగా ఉన్నవి.

సంపూర్ణపు అస్థిభంగంలో ఎముక పూర్తిగా రూపభ్రంశత (dissolution) చెంది ఉంటుంది. అసంపూర్ణపు అస్థిభంగములందు విరిగిన ఎముకలో త్వక్ భాగముల (Cortices) లో ఒకటి మాత్రం విరిగి ఉంటుంది. రెండవ త్వక్ భాగము వంగి ఉంటుంది. ఇట్టి అస్థిభంగాన్ని 'హరితదండ' అస్థిభంగము ('Green stick' fracture) అని వ్యవహరిస్తారు. పసిపిల్లలకు ఇట్టి అస్థిభంగాలు కలుగుతూ ఉంటాయి.

అస్థిభంగ చిహ్నాలు, లక్షణాలు :- (1) నొప్పి, (2) వాపు, (3) పని చేయడం మానివేయడం (Loss of function), (4) విరూపత, (5) నిస్వనత (Crepitus) (6) అసంబద్ధ సంచలత (Abnormal mobility) (7) తాకితే బాధ (Local tenderness) ఇవి-ఈ రోగ చిహ్నాలు.

అస్థిభంగాలు సరికుదురుట లేదా నయమగుట (Healing of fractures) :- ఈ నయమగుట అనేది మూడు దశలలో జరుగుతుంది : (1) రుధిర స్తోమము (Haematoma) ఏర్పడటం, (2) అస్థి కము (Osteoid) ఏర్పడటం, (3) ఎముక ఏర్పడటం.

ఎముకలు విరిగితే చేసే చికిత్స :-

ప్రథమ చికిత్స :- విరిగిన ఎముకల ముక్కలు ఒకదాని కొకటి రాసుకుంటే బాధ విపరీతంగా

ఉంటుంది. కొయ్య బద్దలు (Splints) వేసి ఆ ఎముకల్ని కదలకుండా చేసి, నిద్రకు మత్తుమందు (Sedative) ను వాడుట ప్రథమ చికిత్స అవుతుంది.

అనుపత్తి వైద్యం (Institutional Treatment) : X-రే ఫొటో చూస్తే, ఎముకల ముక్కలు పక్కలకు కదలిపోకుండా ఉంటే, ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్ తో, విరిగిన యెముకలు కదలిపోకుండా చేయడమే కర్తవ్యం. కాని ఒకవేళ అవి కదలిపోయి ఉంటే, మత్తు మందు ఇచ్చి, కుళలకర్మ (Manipulation) ద్వారా, వాటిని వాటి స్థానంలోనికి సరిచేయాలి. ఆపరేషన్ లేకుండానే సామాన్యంగా ఈ విధంగా సరిచేస్తూ ఉంటారు. కొన్ని కొన్ని చోట్ల తొడఎముక మొదలు (Neck of the Femur) వంటివి విరిగితే శత్రు చికిత్స వలన మాత్రమే ఆ ఎముకలు సరిచేయాలి.

అస్థిభంగంలో క్లిష్ట ఘటనలు (Complications of fractures) : అస్థిభంగాలలో ఈ క్రింది క్లిష్టఘటనలు అరుదుగా మాత్రమే వస్తూ ఉంటాయి. అప్పుడప్పుడు వాటిలో ఏదో ఒకటి గానీ, కొన్ని గానీ జతపడవచ్చు.

1. రక్తనాళాలకు ఘాత (దెబ్బ-injury) కలగడం.
2. నాడులకు దెబ్బ.
3. కండరతంతువుల (Tendons) కు దెబ్బతగలడం.
4. రోగ సంక్రమణం (Infection).
5. ఒకదానికి బదులు మరొక ఎముకకు అతుక్కోవడం (Malunion).
6. నెమ్మదిగా కలవడం.
7. అలస్యంగా అతుక్కోవడం.
8. అసలు అతుక్కోకపోవడం.
9. శ్లశ్వనంతర అస్థికుష్మత (Post-traumatic Osteo Dystrophy).
10. అస్థికోప (Myositis Ossificans).

11. బిగుసుకుపోయిన కీళ్ళు (Stiff joints).
12. ప్రతిచారక ద్రవపవృద్ధి (Reactionary Edema).
13. కీళ్ళు దెబ్బతినడం (Involvement of Joints).
14. మూలాస్థికి దెబ్బ (Epiphysis).
15. ఆస్థిగత రక్తకణలుప్రత (Avascular Necrosis of bone).
16. మేదోంతర్వర్తన (Fat Embolism).

మర్దనం (Massage) వల్ల కలిగే విషమ పరిణామాలు :

ఎముక విరిగినా, దెబ్బతగిలినా మర్దనాలు (తోమించటం) చేసి ఎముకలు సరిచేసే వానివద్దకు వెళ్ళే అలవాటు యింకా మన దేశంలో చాలాచోట్ల బాగా ప్రబలి ఉంది. ఈ నాటువైద్యులవల్ల జరిగే అవకారం ఇంకా అంతా కాదు. అశాస్త్రీయమైన ప్రాచీన (Primitive) విధానాలవల్ల సర్వసామాన్యంగా, అవయవాలు బిగుసుకుపోయి పనికిరాకుండా పోతాయి. ఈ పద్ధతులవల్ల కలిగే ప్రమాదాల్ని తెలియజేసి, వాటిని ప్రజలు అనుసరించకుండా చూడాలి.

4. శోఫా ఎక్కుతులు (Inflammatory lesions) :- శరీరంలోని ఇతర టిస్యూలరాగే ఎముకలు కూడా రోగజనక జీవకముల (Pathogenic Organisms)వల్ల సంక్రమణ (Infection) కు లోనయ్యే అవకాశం ఉంది. ఈ సంక్రమణలు రెండు రకాలు.

అవి : i. అనిర్దిష్టం (Nonspecific), ii. నిర్దిష్టం (Specific).

i. అనిర్దిష్టాలు :- సాఫిలోకాక్రె, స్ట్రెప్టోకాక్రె న్యూమోకాక్రె వంటి సూక్ష్మజీవులవల్ల సంక్రమించేవి.

ii. నిర్దిష్టాలు :- ట్యయ (T. B.), సవాయి (Syphilis).

పూయజన్య అస్థిశోఫ (Pyogenic Osteomyelitis) :- మూలుగు (Marrow) తో సహా ఎముకల టిస్యూలకి కలిగే వాపును అస్థిశోఫ అంటారు. స్ట్రెఫ్టిలోకాక్రె ఆరియస్ అనే సూక్ష్మజీవి వలన ఇది సాధారణంగా కలుగుతుంది. స్ట్రెప్టోకాక్రె, బొసిల్లిస్ కోలై, న్యూమోకాక్రె అనే సూక్ష్మజీవుల వలన గూడ ఇది అంతటంతట కలుగవచ్చును.

ఈ జబ్బు అగంతుకం (Acute) అయినపుడు ఎముకలలో అకస్మాత్తుగా నొప్పి, ఎక్కువగా జ్వరం మరికొన్ని శారీరక అవ్యవస్థలు వస్తాయి. వాచిన అవయవాన్ని బిడ్డ అసలు తాకనీయదు. పూర్తిగా విశ్రాంతి (Bed rest) నిస్తూ, క్రమ పద్ధతిలో యాంటి బయటిక్స్ను, ఔషధాలను వాడి జ్వరాన్ని తగ్గించి, దానికి తోడుగా విటమిన్లు కూడా బాగా వాడాలి. ఒకవేళ అస్థికవచాంతర ప్రణము (Sub - Periosteal abscess) ఏర్పడితే శస్త్రచికిత్స అవసరమవుతుంది. అప్పుడు దాన్ని అంతశ్చేదన (Incise) చేసి చీమును బయటికి తీసివేస్తారు. ఒక్కొక్కసారి అస్థిత్వ లోకి రంధ్రంచేసి, చీము తీసివేస్తారు. అగంతుక అస్థిశోఫకు సరిగా వైద్యం చేయక నిర్లక్ష్యం చేస్తే అది పురాణ (Chronic) రోగమై పోతుంది.

పురాణ అస్థిశోఫ (Chronic Osteomyelitis) :- కొంతకాలము క్రితం పురాణ అస్థిశోఫ తో తాను బాధపడినట్లు రోగి తెలియ జేస్తాడు, పరీక్ష చేసిచూస్తే, పూయద్రోణులు (Sinuses) ఉన్నట్లును అందుండి చీముతో పాటుగా మృతాస్థియు వెలుపలికి వస్తున్నట్లును స్పష్టమవుతుంది. ఎముక బాగా దళసరిగా మారి ఉంటుంది. తగిన యాంటి - బయటిక్స్ వాడి ఆ నిర్జీవమై పోయిన దానిని తీసివేయాలి.

## క్లిష్టఘటనలు (Complications)

1. రోగవలీత అస్థిభంగాలు (Pathological Fractures)

2. సన్నిహితాస్థిసంధుల పూయజనక గ్రంథిలత (Pyogenic arthritis of nearby joints)

3. ప్రకేంద్రపూయత (Focal sepsis)

4. వైరూప్యాలు (Deformities).

తీవ్రమైన పూయజనక గ్రంథిలత యందు కీళ్ళు కూడా పూయజనక సూక్ష్మజీవుల సంక్రమణకు లోను కావచ్చును. సర్వసామాన్యంగా రక్త ప్రవాహం ద్వారాగాని, లేదా క్లిష్టాస్థిభంగం ద్వారా నేరుగా గాని, ఈ సూక్ష్మజీవులు కీలులోకి ప్రవేశిస్తాయి. వ్యాధి ఆగంతుకవేదనను కలిగిస్తూ ఉంటే యాంటీ బయోటిక్స్ ఇచ్చి వాటికి తోడుగా సాహాయ్యక చర్యలను (Supportive measures) అవలంబించాలి. జబ్బుపద్ధ దేహభాగానికి విశ్రాంతి ఇవ్వాలి. వ్యాధి ముదిరి, పురాణరోగమైతే కీలులో అస్థిబంధనం (Bony ankylosis) ఏర్పడుతుంది. ఈ వైరూప్యాల్ని శత్రుచికిత్స ద్వారా గానీ, కీలును బహిష్కేదన (Excision) చేసి గానీ, ఆకీలు సరిగా పనిచేసేటట్లు సంధానం (Fusion) చేసి గానీ సరిచేస్తారు.

ఎముకలకు కీళ్ళకు కలిగే ఉపదంశికా వ్యాధులు (Syphilitic afflictions of bones and joints): ఇవి జన్మసిద్ధ రూపంలో గానీ, సమార్జిత (Acquired) రూపపు జాడ్యాల ద్వితీయ, తృతీయ దశలలో గాని కన్పడతాయి. ఎముకలలో సూక్ష్మ జీవకములు ఉండటంవల్ల ఇవి కలుగు తున్నాయి. దీర్ఘస్థుల కాండములు-కీళ్ళకంటే తొందరగా-వ్యాధికి లోనవుతూ ఉంటాయి.

ఎముకలకి కీళ్ళకి కలిగే క్షయ :- క్షయవ్యాధి నిర్మూలనలోనూ, ముఖ్యంగా ఎముకల క్షయ (87)

వ్యాధి నిర్మూలనలోనూ, ఎంత పురోభివృద్ధి సాధించినా, మన దేశంలోని వ్యాధులలో ఎముకలకి కీళ్ళకి సంబంధించిన క్షయవ్యాధి ప్రబలంగానే ఉంది. ఆసుపత్రిలో చేరి వైద్యం చేయించుకొనే వారే కాకుండా, వెలిరోగులు (టెబ్ పేషంట్స్) గా ఉండి వైద్యం చేయించుకొనే వారు కూడా చాలామంది ఉంటున్నారు. ఊపిరితిత్తులలోగానీ, లసికాగ్రంథులలో గానీ ఉండే ప్రాథమిక వికృతి (Primary lesion) కి ఎప్పడూ అనుబంధం (Secondary) గా మాత్రమే ఎముకలకి కీళ్ళకి క్షయ (T. B.) వస్తూ ఉంటుంది. మైకో బేక్టీరియమ్ టుబర్కులోసిస్ అనే జీవకము (Organism) వల్ల ఈ వ్యాధి వస్తుంది. ఈ జీవకములు మానవశరీరంలోనికి, ఉచ్ఛ్వాసము (Inhalation) ద్వారా గానీ, ఆహారసేవన (Ingestion) ద్వారా గానీ, సమారోపణ (Implantation) వల్ల గానీ ప్రవేశిస్తుంటాయి. వ్యాధి నిరోధకశక్తి బాగా ఉంటే శరీరంలోని రక్షక యంత్రాంగం పనిచేసి వ్యాధిని రానీయకుండా నివారిస్తుంది. నిరోధకశక్తి తక్కువ అయితే, వ్యాధి ప్రవేశించి, అధిక్యమును ఆర్జించి తన లక్షణాలన్నింటిని కనపరుస్తుంది. వ్యాధి సంక్రమించిన చోట క్షయకారక జీవకము వల్ల ఒక ప్రత్యేకమైన ప్రతిచర్య “టుబర్ కీల్” అనబడునది ఏర్పడుతుంది. ఇట్టి ప్రతిచర్య సమాహార ఫలితంగా క్షయ రూపొందుతుంది.

రోగలక్షణాలు : వ్యాధి సోకగానే కనిపించే లక్షణం ఏమిటంటే, కీలు పనిచేయడం మానివేయడం. తర్వాత నొప్పి, వాపు నెమ్మది నెమ్మదిగా వస్తాయి. పిల్లలు రాత్రిపూట చాలా ఏడుస్తూ ఉంటారు. సాయంత్రానికి జ్వరం తగ్గడం, ఆకలి మందగించడం, బరువు తగ్గడం, వంటి క్షయసంబంధ లక్షణాలు కూడా కనిపిస్తాయి. తొలిదశలో అస్థి సంధిత్వచ మందమవడం, అంతట అధికంగా ద్రవం జేరడంవల్ల ఆ కీలును ఒక వైపున కదల

కుండా ఉంచినపుడే కొంత సులువుగా ఉండడము, క్రమంగా, కీలుదగ్గర ఉపరితలాలు జాడ్య గస్తాలు అగుటవల్ల కీలు కదలిక పూర్తిగా తగ్గిపోవడం జరుగుతుంది. వైద్యులైన కీలు బాగా పనిచేయాలంటే వ్యాధిని తొలగించడంతోనే నిర్ణయించాలి. కీలు కొంచెం బిగుసుకు పోవడం, నొప్పి, ఈడ్పు, కుంటి నడక వీటితోపాటు క్రమంగా కీలు వాచడం ఉంటే కీలుకు శ్చయ వచ్చినదేమోనని అనుమానించి, సంపూర్ణంగా పరిశోధించాలి. సంపూర్ణ పరీక్షలో ఆ కీలుకు, ఊపిరి తిత్తులకు, X రే పరీక్ష కూడా జరగాలి. దానితో ఊపిరి తిత్తులలో ప్రాథమిక శ్చయకేంద్రం ఉన్నదీ లేనిదీ నిర్ణయించివేయడం జరుగుతుంది.

**చికిత్స :** ఇది సార్వత్రికము (General), నిర్దిష్టము (Local) అని రెండు విధములు.

**సార్వత్రిక చికిత్స :** పుష్కలంగా ఎండ, గాలి ఉండే మంచి ఆవరణలమైన వాతావరణంలో వైద్యము జరగాలి. పుష్టికరమైన ఆహారం, సమృద్ధిగా విటమినులు ఇస్తూ చాలా కాలం, పూర్తి విశ్రాంతి నియ్యాలి శ్చయ మీద దెబ్బతీసే బలమైన మందులలో ఫ్లెప్టోమైసిన్, ఇప్పటికీ నాయకత్వం వహిస్తూనే ఉంది. అస్థిసంబంధ శ్చయకు మొత్తం 90 గ్రాముల వరకు ఆ మందు వేయాలి దానితో పాటు వాడే ఇతర మందులు INH, PAS.

**నిర్దిష్ట చికిత్స :** పిల్లల విషయంలో పైన చెప్పిన సార్వత్రిక వైద్యమే ప్రధానమైనది. మంచం మీదనుంచి రోగిని కదలనీయకూడదు. ముఖ్యంగా దెబ్బతిన్న శరీరభాగం పూర్తిగా విశ్రాంతి పొందాలి. దానికి నిర్దిష్టమైన శ్చయ నివారక ఔషధాలను వాడాలి. పిల్లల విషయంలో శస్త్రచికిత్స సాధారణంగా అవసరం కాదు. పెద్దవాళ్ళ విషయంలో అయితే ఒక్కొక్కసారి, అత్యంత శ్చయ బీజాన్ని సంపూర్ణంగా తొలగించడానికి, కీలు పని

చేసే స్థానంలో అడ్డుగా ఉండే అస్థిబంధాన్ని తీసి వేయడానికి శస్త్ర చికిత్స సహాయకం అవుతోంది. కాని, సాంప్రదాయక వైద్యానికి శస్త్ర చికిత్స ప్రత్యామ్నాయం కాదు. వెన్నుత్రాటి శ్చయ యందును, నడ్డికిరెముకకు వచ్చే శ్చయలో కొన్ని సందర్భములందును గొప్ప విషమస్థితి (Morbidity) ఏర్పడే అవకాశం ఉన్నది. ఈ పరిస్థితులతో వైద్యం రెండేండ్ల వాతా పట్టవచ్చు.

**వాతామయ గ్రంథిలత (Rhumatoid arthritis) :** దీనినే కీళ్లవాపు అని సాధారణంగా వ్యవహరిస్తారు. ఈ వ్యాధికి శరీరంలోని అన్ని కీళ్లలోన వుతూ ఉంటాయి. అయితే యౌవన ప్రారంభంలో గానీ, యౌవనం చివరలో గానీ ఇది రావచ్చు. అది నొప్పితో ప్రారంభిస్తుంది. కీళ్ల దగ్గర కదలిక పరిమితంగా ఉంటుంది. దీనితో పాటు జ్వరం ఉంటుంది. వైద్యం చేయకపోతే, కీళ్ల బిగుసుకు పోయి, కదలిక ఉండదు. ప్రారంభదశలో కార్టి సాన్స్ తో ఆస్పిన్ ను వైద్యం చేస్తారు: ముదిరిన వైరూప్యాల్ని శస్త్రచికిత్సతో సరిచేస్తారు.

**అస్థి గ్రంథిలత (Osteo arthritis) :-** మధ్య వయస్సు దాటి పోయేటప్పుడు గానీ, వార్ధక్యంలో గానీ శరీరంలో అన్ని కీళ్లకీ ఈ వ్యాధి రావచ్చు. ఈ వ్యాధికి లోనైన కీళ్లలో నొప్పి ఉంటుంది. కదలిక పరిమితం అవుతుంది. సామాన్యంగా వైద్యం ఉపశమనకారకంగా మాత్రమే ఉంటుంది. అందులకై వేదనాహారుల (Analgesics) ను, హైస్టెరంగ విద్యుదుష్ణ చికిత్స (Shortwave diathermy) వంటి వానిని వైద్యులు ఉపయోగిస్తారు. వ్యాధి తీవ్రంగా ఉన్న సందర్భాలలో శస్త్రవైద్యం అవసరం.

**ఎముకలందలి అపవృద్ధులు (Bone tumors) :** శరీరంలోని ఇతర టిష్యూలలాగే ఎముకలలో కూడా కొత్తగా పెరుగుదలలు, అంటే అపవృద్ధులు



ఏర్పడవచ్చు. ఇవి సౌమ్యములు (Benign),  
విషమములు (Malignant) అని రెండు రకములు.

వాని పుట్టక స్థలములను అనుసరించి వాని వర్గీ  
కరణ ఈ క్రింద రీతిగ జరిగినది.

## ప రీ క రణ

ఉత్పత్తి స్థానముగు కణము	సౌమ్యము	విషమము
అస్టియో బ్లాస్ట్	అస్టియో బ్లాస్టోమా	అస్టియోజెక్ సార్కోమా
కాండో బ్లాస్ట్	కాండ్రోమా	కాండ్రో సార్కోమా
అస్టియో క్లాస్ట్	అస్టియో క్లాస్టోమా	విషమ అస్టియో క్లాస్టోమా
మూలుగు కణములు	_____	మైలోమా
అస్థికవచ తంతుపేళిక (Periosteal fibrous tissue)	పెరియోస్టిక్ ప్రైటోమా	పెరియోస్టిక్ ప్రైటోసార్కోమా
రెటిక్యులమ్ కణాలు	_____	రెటిక్యుల్ మెసెల్ సార్కోమా
ఎండోథీలియల్ కణాలు	_____	ఈవింగ్ అపప్యర్టి
రక్త దోణికలు	హేమోన్ జియోమా	హేమోన్ జియో సార్కోమా
క్రొవ్వు	లిపోమా	లిపో సార్కోమా

పైన చెప్పిన అన్నిరకాల అపవృద్ధు లోనూ  
అస్టియోక్లాస్టోమా, అస్టియోజెనిక్ సార్కోమా,  
ఈవింగ్ అపవృద్ధి అనేవి సాధారణంగా తటస్థం  
చేవి. ఉన్న జాడ్యము ఎనుక యొక్క అపవృద్ధి  
అని తేలితే, స్థానికంగా వివాళేదన సరిపోతుంది  
కాని అది విషమ అపవృద్ధియే అయితే అవయవ  
విచ్ఛేదనం (Amputation of limb) వంటి  
తీవ్ర వైద్యం అవసర మవుతుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు  
రేడియోతెరపీ కూడా చేస్తారు. కాని, ఇంత చేసినా  
ఫలితాలు ప్రోత్సాహకరంగా ఉండటం లేదు. విషమ  
అపవృద్ధికి చికిత్స జరిగేటప్పుడు, రోగ వ్యాపన  
(Metastasis) అన మిగిలిన అవయవాలు  
రోగగ్రస్తాలై రెండేళ్లలో రోగులలో చాలామంది  
మరణిస్తున్నారు.

**నరాల జబ్బులు (Affections of Nerves):**  
ఈ రకం జబ్బులలో కశేరుకాశోఫ లేదా శిశువాతం  
(Poliomyelitis) ప్రధానమైనది తీవ్రంగా నిరో  
ధకమైన మందులు ప్రయోగించి ఈ వ్యాధిని

పశ్చిమదేశాలలో నివారించారు కాని మన దేశంలో  
ఇది ఇంకా ప్రబలంగానే ఉంది. ఈ వ్యాధి ఒక  
వైరస్ వల్ల వస్తోంది. వెనబాము నాడీ కణాలంటే  
ఈ వ్యాధికి ప్రవణక (Predisiction) ఉంది.  
పై అవయవాలకి, కింది అవయవాలకి చెందిన  
కండరాలకు దానివల్ల పక్షవాతం వస్తుంది. ఈ  
వ్యాధి జ్వరంతో ప్రారంభముయి పక్షవాతంగా పరి  
ణామం చెందుతుంది. చివరికి ఆ వ్యాధి వచ్చిన  
బిడ్డకు పక్షవాతపు వైరూప్యాలు వస్తాయి. ఈ  
వైరూప్యాల్ని శత్రు చికిత్సతో సరిచేయవచ్చు కాని  
వ్యాధిని నివారించడం మంచిది.

**మస్తిష్క జాడ్యము (Cerebral Palsy) :-**  
ఇది కొన్ని నాడీరోగాల సంపుటి. దానివల్ల చాక  
వ్యవస్థ (Motor System) దెబ్బతిని వివిధరీతుల  
పక్షవాతాలు వేర్వేరు అంగాలలో ఏర్పడేస్థితి వస్తుంది.  
భౌతిక చికిత్సా (Physiotherapy) పద్ధతిని  
చక్కగా పనిగొనుట ఈ సందర్భంలో అయ్యే పని.  
శత్రుచికిత్సతో వైరూప్యాల్ని తొలగిస్తారు.

**కుష్ఠరోగము :-** మైకో బాక్టీరియమ్ లెప్టో ఆని వ్యవహృతమయే ఒక జీవకము వల్ల ఈ వ్యాధి వస్తుంది. దీనివల్ల చేతులు, పాదాలు, వైరూప్యం చెందుతాయి. డాప్సోన్ వంటి నిర్దిష్ట ఔషధములను వాడి, శస్త్రచికిత్సతో వైరూప్యాలు సరిచేసి,

ఈ వ్యాధికి చికిత్స చేస్తారు.

**ఆంగ్లమూలము:** డా॥ జి. యతిరాజులు

**తెలుగు:-** డి. వి. ఆర్. భాస్కర శాస్త్రి

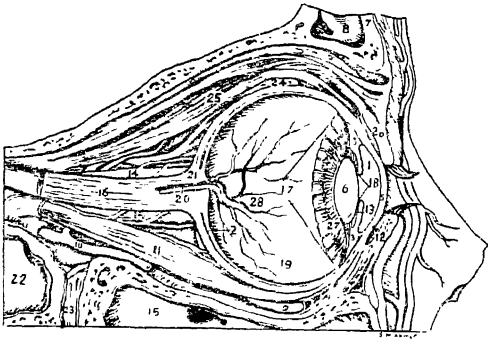
పోరంకి దక్షిణామూర్తి.

## 127. కన్ను - కంటి జబ్బులు - వాటి లక్షణాలు

నాసికా రంధ్రానికి (Nasal cavity) రెండు ప్రక్కలా ఎముకతో ఏర్పడి ఉన్న గుళ్లలో రెండు కళ్లు ఇమిడి ఉన్నాయి. ఆ ఎముక గూడిని ఆర్బిట్ (Orbit) అంటారు. ఆ గుళ్లలో ఉన్న కళ్లని కంజక్టివా అనే పల్చని పొర (Mucous membrane), కనురెప్పలు కాపాడుతూ ఉంటాయి. కనుగుడ్ల కదలికల్ని నేత్రమండలానికి బాహ్యం (Extra ocular)గా ఉన్న ఆరు కండరాలు నియంత్రించేస్తూ ఉంటాయి. కనుగుళ్ళు (Orbital cavities) గుడ్లపట్టూ ఆవరించి ఉన్న కొవ్వుతో నిండి ఉంటాయి. కనుగుడ్డు పై భాగంలో సుమారు,  $\frac{1}{6}$  వంతు వరకు, స్క్లెరా (Sclera) అనే పీచులాంటి తంతువేళిక (Fibrous tissue) కాంత్యభేద్యమై ఉంటుంది. వెనక వైపున ఉన్న  $\frac{1}{6}$  వంతు పొర దర్శకంగా ఉంటుంది. దీనిని కార్నియా అంటారు. స్క్లెరా లోపలి వైపున ఎక్కువగా రక్త ద్రోణులు కలిగిన (Highly vascular) పొర ఉంటుంది. ఈ పొరలో యూవియల్ వేళిక (Uveal tissue) ఉంటుంది. ఇందులో తిరిగి కొరాయిడ్, సిలియరీ బాడీ (Ciliary body), ఐరిస్, అనే భాగాలు ఉన్నాయి. ఐరిస్ పొర, ఒక విభాజక పటలం (Diaphragm) లాగా ఉంటుంది. అందులో మధ్యగా కనుపాప(Pupil) అనే రంధ్రం ఉంటుంది. వెలుతురు తక్కువగా ఉన్నప్పుడు కనుపాప

వ్యాసం పెరుగుతుంది. వెలుతురు బాగా ఎక్కువగా ఉంటే తగ్గుతుంది. ఈ సర్దుబాటు, కంటికి రక్షణ కలిగించే అమరిక (Protective mechanism)గా పని చేస్తుందన్నమాట. కంటికి బాగా లోపల (Inner-most)గా ఉన్న పొర పేరురెటీనా; రెటీనాలో కడ్డీలు (Rods), శంకువులు (cones) అనే దృష్టి జ్ఞానేంద్రియాగ్రాలు (End organs of sight) ఉంటాయి. రాత్రివేళ చూడటానికి కడ్డీలు, పగటి పూట చూడడానికి, రంగులు చూడటానికి శంకువులు ఉపయోగిస్తాయి. రెటీనా దగ్గరి నుంచి కను గుడ్డు వెనక్కి నాడీ తంతువులు (Nerve fibres) వెళ్ళి నేత్రనాడి (Optic Nerve)గా ఏర్పడతాయి. రెండు కళ్ళనుంచి నేత్ర నాడులు కపాల గహ్వరం (Cranial cavity)లో ప్రవేశించి పెనవేసు (fuse) కొని నేత్రతంతుసంధి (Optic chiasm)గా రూపొందుతాయి. అందులో నాడీతంతువుల పంపిణీ (Distribution)లో కొన్ని మార్పులు వచ్చి యుగళ దృష్టిని (Binocular vision) కలిగిస్తున్నాయి. మెదటిరోని కాచికా భేదనము లో ఉన్న మస్కిష్కబహిష్ట్యవ (Cerebral cortex)తో నేత్రతంతుసంధికి సంబంధం ఉంది. కార్నియాకూ ఐరిస్కూ మధ్య ఉన్న స్థలాన్ని అంతః కక్ష్య (Anterior chamber) అంటారు. దీని నిండా జలరూప ద్రవం (Aqueous Humour)

ఉంటుంది. ఐరిస్ వెనక ఒక కటకం ఉంది. ఆ కటకం ఆకారం మారుతూ ఉండి అనంతదూరంలో ఉన్న వస్తువులు మొదలుగ, బాగా దగ్గరలో ఉన్న వారాపత్రిక వరకు అన్ని సుస్పష్టంగా కనిపించే లాగ ఈ కటకం చేస్తుంది. ఈ కటకం వెనక గవ్వారం (Cavity)లో కాచక (Vitreous) రసం ఉంటుంది. ఇది బంక (Gelly) లాగ ఉంటుంది.



### 1. కన్ను - అందలి వివిధ భాగములు

1. అంతఃకక్ష్య 2. కొరాయిడ్ 3. సిలియరీ కండరము 4. సిలియరీ అగ్రికలు 5. కొర్నియా 6. స్పటిక కటకము 7. ముందు ఎముక 8. మందటి వాయుద్రోణి 9. ఆథోతిర్యక్ కండరము 10. అథో నేత్రసిర 11. అథోసమలంబ కండరము 12. అథో నిమేషిక 13. ఐరిస్ 14. పార్శ్వక నేత్రకండరము 15. ప్రొప్టాస్టిక వాయుద్రోణి 16. నేత్రనాడి 17. సిరి లాంచము 18. రెటినా 19. రెటినియ ధమనికాసిరా 20. స్క్లెరా 21. కీలద్రోణి 22. కీలవదనికా ధూసరిక 23. ఊర్ధ్వతిర్యక్ కండరము 24. ఊర్ధ్వ సమలంబ కండరము 25. ఊర్ధ్వనిమేషికా కండరము 26. లంబికా పేకబంధము 27. కాచకరసము.

ప్రకృతి సంపదను చూచి ఆనందించడానికి, నిత్యావసరాలు నేరవేర్చుకొని నిత్యవృత్తులు కొనసా గించడానికి కళ్ళు అందరికీ ఉపయోగిస్తాయి. దృష్టి దోషాలు, మనకు తెలిసినా తెలియక పోయినా, నేత్రరోగాల వల్ల వస్తాయి. కండ్లనుంచి

నీరు కారడం, ఎరుపెక్కుడం, కంట్రో ఏదో మెదులుతూ ఉన్నట్లు అనిపించడం, పోటు, బాగా వెలుతురుగా ఉండే చూడలేక పోవడం, అటువంటి రోగాల్నే కాంతి విరసత (Photophobia) అంటారు.

### దృష్టి అంటే

1. దృష్టి తీక్షణత (Visual acuity) :- దీనినే ఆకారం గురించిన జ్ఞానం అనవచ్చు. ఆకారంలో, పరిమాణంలో, రూపంలో ఉండే తేడాలు ఈ జ్ఞానం వల్ల తెలుస్తాయి. ఉదాహరణకు రకరకాల చెట్లనీ, మనుష్యుల్నీ గుర్తించ గలగడానికి, ఈ జ్ఞానమే కారణము.

(a) చాలా దూరంగా అనంతదూరంలో ఉన్న వస్తువులు కనిపించడాన్ని దూరదృష్టి (Distant vision) అని సామాన్యంగా అంటారు.

(b) 7 మొదలు 18 అంగుళాల వరకు దగ్గరలో ఉన్న వస్తువుల్ని సరిగా చూడగలగడాన్ని ప్రాస్య దృష్టి (Near vision) అంటారు. చిన్న చిన్న అక్షరాలు చదవ గలగడం, వాచీ వంటి పరికరాలు బాగుచేయ గలగడం, బట్టలు కుట్టడం, మొదలైన పనులు ప్రాస్యదృష్టి వలననే సాధ్యమవుతాయి.

2. వర్ణదృష్టి (Colour vision):- రంగుల్ని గుర్తించడం, రంగులలోని పలుచాయల (Shades) తేడాలను స్పష్టంగా తెలుసుకోగలగడం, వర్ణదృష్టి.

3. దృష్టి క్షేత్రము (Field of vision) :- తెలుపు వస్తువు మీదనైనా, రంగు వస్తువు మీదనైనా దృష్టి స్థిరంగా నిలిపి ఉన్నప్పుడు చూడగలిగే మొత్తం విస్తీర్ణతను దృష్టి క్షేత్రము అంటారు.

4. చీకటి సర్దుబాటు (Dark adaptation):- ఎక్కువ వెలుతురులో నుంచి తక్కువ వెలుతురు లోకి చూపును సర్దుకోగలగడం, చీకటి సర్దుబాటు.

**5 సమన్వయిత యుగళ దృష్టి (Binocular vision with depth perception) :-** రెండు కళ్ళతోనూ ఒకేసారి వస్తువును చూచి ఆ బింబాల్ని ఒకటిగా ఐక్యం చేసే సామర్థ్య (Faculty) మిది. ఇందులో లోపం ఉంటే చూస్తున్న వస్తువు రెండు వస్తువులుగా కనిపిస్తుంది. ఈ దృష్టిలోపాన్ని ద్వైబింబకం (డిప్లోపియా) అంటారు.

### సామాన్య నేత్ర రోగాలు

**కను రెప్పల రోగాలు ( Diseases of the eye-lids) :-** పై రెప్ప మామూలుగా కదలలేక పోవడంవల్ల కళ్ళు మూయలేక పోతున్నామనిగాని, కళ్ళువిప్పలేక పోతున్నామనిగాని, కొందరు రోగులు అంటూ ఉంటారు దీనికి ఆ కండరాల పక్షవాతము కారణం కావచ్చు.

ఈ సక్రమణల వల్ల రెప్పలువాస్తూ ఉంటాయి. రెప్పల అంచుమీద చిన్న చిన్న కురుపులు వస్తూ ఉంటాయి. కనురెప్పలు పుండుపడుతూ ఉంటాయి. రెప్పల అంచులు లోపలికి మడత బడినా పైకి మడతబడినా నీళ్ళు కారడమూ, ఎరుపెక్కడమూ జరుగుతోంది.

**కనుగుడ్డు పొరకు వచ్చే రోగాలు (Diseases of the Conjunctiva) :-** ఒకానొక సక్రమణవల్ల కండ్ల "కలక" (Conjunctivitis) వస్తుంది. దీనివల్ల ఎక్కువగా నీళ్ళు కారడమూ, కళ్ళ ఎరుపెక్కడమూ, పోటు, మెరమెరలాడటం (గర గరలాడుటం), నిద్ర లేచేటప్పటికి రెప్పలు అంటుకోవడం కలుగుతాయి. విటమిన్ A లోపం వల్ల కన్ను ఆరబారి కళా విహీనంగా అయిపోతుంది.

**కార్నియా రోగాలు (Diseases of the Cornea) :-** కార్నియా పారదర్శకంగా ఉంటుంది. మామూలు దృష్టికి ఇది చాలా ముఖ్యం. దాని ద్వారా కిటికీలో నుంచి చూసినట్టు ప్రకృతి సౌందర్యాన్ని చూచి ఆనందిస్తాము.

కార్నియా పుండుపడినా, పుండు లేకుండనే వాపు వచ్చినా, కార్నియాలోని పారదర్శకత్వం తగ్గుతుంది. వాటివల్ల కార్నియాకు రక రకాల కాంతి నిరోధకత్యాలు (Types of Opacity) కలిగి దృష్టి చెడతుంది. కార్నియాకు కలిగే వాపుల వల్ల తీవ్రంగా బాధ, కాంతివిరసత, నీరు కారడం, కలుగుతూ ఉంటాయి.

భౌతికమైనది గానీ, రసాయనికమైనది గానీ దెబ్బ (Injury) ఏదైనా తగిలితే అది మానేటప్పటికీ కార్నియాకు రక రకాల కాంతి నిరోధకత్యాలు ఏర్పడతాయి.

**ఐరిస్ వ్యాధులు, సిలియరీ బాడీ వ్యాధులు**

**ఐరిస్, సిలియరీ బాడీలు** వాయడం వల్ల ఐరిడ్ సైక్లిటెస్ అనే పరిస్థితి ఏర్పడుతుంది. పళ్ల దాకానో, ముద్దెం గుంటదాకానో, నుదుటి దాకానో పోటు వ్యాపిస్తోందని అంటాడు రోగి. కాంతి విరసత అనగా వెలుతురంటే చాలా భయం అతనికి కలుగుతుంది. కళ్ళ ఎరుపెక్కి, ముఖ్యంగా కార్నియా చుట్టూ కళ్ళ ఎరుపెక్కి ఉంటాయి స్వల్పంగా నీరు కారుతూ ఉంటుంది. గుండ్రని కనుపాప బాగా చిన్నదై పోతుంది; దాని అంచులు వంకరబింకరగా అవుతాయి.

**కటక వ్యాధులు -** కటకం పారదర్శకంగాను, స్థి స్థాపకంగానూ ఉంటుంది. అందువల్ల చూసిన వస్తువు ప్రతిబింబం సుస్పష్టంగా బచ్చితంగా, రెటీనా మీద ఏర్పరచడానికి కటకం తన వక్రత (Curvature) ను మార్చుకొంటుంది. సుమారు 40 సంవత్సరాల వయస్సులో కటకంలోని స్థితిస్థాపకత తగ్గి చత్వారం (Presbyopia) అనే స్థితి ఏర్పడుతుంది. దీని వల్ల చదవడమూ, కంటికి దగ్గరలోని నిత్యకృత్యాలు మామూలుగా చేయడమూ, కష్టమవుతుంది. కటకం కాంతినిరోధకంగా తయారై కంటి పొర (కాటరాక్ట్) వస్తుంది. పెద్దలకే కాక, కొందరు

పిల్లల్లో కూడ ఇట్టిపొర ఏర్పడవచ్చును. అయితే శస్త్రచికిత్సతో దానిని తొలగించివేయ వచ్చును.

**రెటీనా, కొరాయిడ్, నేత్రనాడి - వీటికి సంబంధించిన వ్యాధులు :**

ఈ వ్యాధులవల్ల ఆకారజ్ఞానమూ, దృష్టి శక్త్రమూ తగ్గిపోతాయి. కనిపిస్తున్న వాటికి ఎడమ పక్కగానీ, కుడి పక్కగా , పైనగానీ కిందగానీ ఉండేవేపీ చూడలేక పోవడం, 'రంగులు సరిగా గుర్తించ లేకపోవడం ఇందువల్ల జరుగుతుంది.

**నేత్రావరోధం (Glaucoma):**

కంటి మధ్యమకక్ష్యలోని జలరూప రస పసరణం (Drainage) లోనూ షాశనక్రియలోనూ ఏదైనా అటంకం ఏర్పడవలె కంటిలో దాని పీడనం పెరిగి ఈ ప్రమాదకర వ్యాధి వస్తుంది. ఒక విధమైన ఈ వ్యాధి వచ్చిన రోగికి విద్యుద్దీపాల వంటివాటి చుట్టునుకాంతి సప్తర్ణాలుగా కనిపిస్తుంది. కంటిపోటు, స్పర్శబాటు శక్తి తగ్గిపోవడమూ, విపరీతమైన తల నొప్పి, కనుపులో తిప్పుట, దోకులు, వాటితోవాటు కళ్ళు చీకట్లు కమ్మడం ఆ రోగి అనుభవిస్తాడు.

ఈ వ్యాధిలో వేరొక తీరునకు చెందిన దాని యందు వ్యాధిలక్షణాలు పైకి ఏమీ కనిపించవు. ఇది మొదటిదానికంటే ప్రమాదకరమైనది. ఎందుచేతనంటే ఈ వ్యాధి తనకు వచ్చినట్టు అసలు రోగికి తెలియనే తెలియదు. క్రమంగా దృష్టి మందగిస్తోందని, తరచు కళ్ళజోడు మార్చాలని ఈ రోగి అంటూ ఉంటాడు. వెలుతురులో నుంచి చీకటిలోకి రాగానే కళ్ళు స్పర్శకోరిక సరిగా కనిపించడం లేదని కూడా ఈ రోగులు చెబుతూ ఉంటారు.

**ఆగంతుకంగా నీరు కారడం :**

(Unilateral watering)

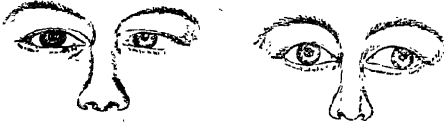
కంటిలో ఏదైనా నలుసు పడటంవల్లగాని, కనుగుడ్డు పొరకు జరిగిన సంక్రమణవలనగానీ,

కన్ను నలపడంవల్ల కంటిపొరల స్థానభ్రంశం కలిగిగానీ కిళ్ళు నీరు కారుతాయి.

**వక్రీభవన దోషాలు :-** రెటీనా మీద ఏర్పడే ప్రతిబింబపు స్పష్టతతో జోక్యం (Interference) కలిగించుకొనే వికారణమైనా దీన్ని కలిగిస్తుంది. ఈ వ్యాధి ఉన్నపుడు, 20 అడుగుల కంటే ఎక్కువ దూరంలో ఉన్న వస్తువునుంచి వచ్చే సమాంతర కిరణాలు రెటీనా మీద ఒక బిందువు దగ్గర కేంద్రీకరించవు. రెటీనాకు ముందుగా ఒక బిందువు దగ్గర ఈ కిరణాలు కేంద్రీకరిస్తే, ఆ పరిస్థితికి అసంగతిక (Myopia) అని అంటారు, పుటాకార కటకాలతో ఈ దృష్టిలోపాన్ని సవరిస్తారు. రెటీనా వెనకగా ఒక బిందువు దగ్గర ఆ కిరణాలు కేంద్రీకరిస్తే, ఆ పరిస్థితిని అధ్యసంగతిక (హైపర్ మిట్రోపియా) అంటారు. ఈ దోషాన్ని కుంభాకార కటకాలతో సవరిస్తారు.

అతివిషమత (అస్టిగ్మేటిజం) అనే మరొకరకం దృష్టిలోపం ఉంది. ఈ లోపంవల్ల షీటిజ, ప్రాలంబక మధ్యరేఖల (Horizontal and Vertical medians) పై, విభిన్న దూరాలలో కిరణాలు కేంద్రీకృతాలగుట జరుగుతుంది. దీనిని సవరించడానికి గోళీయ, స్తూపాకార (Spherical and cylindrical) సంయుక్త లోచన కటకము (Compound Spectacle lens) ను గానీ, స్తూపాకార కటకమునుగానీ వాడతారు. అధ్యసంగతిక, అతివిషమత అనే దోషాలు కలవారి కళ్ళు చాలా శ్రమ పడుతునట్లు అనిపిస్తాయి. (చదవడం, బట్టలు కుట్టడం, వంటి పనులు చేస్తే) తలనొప్పి, కళ్ళు ఎరుపెక్కడం, గరగరలాడటం, నీళ్ళుకారడం, రెప్పలమీద కుర్చులు ఏర్పడటం, మసక దృష్టి వస్తాయి.

**మెల్లకన్ను (Squint) :-** ఈ జ్ఞాద్యంలో ఒక కన్ను లోపలి వైపుకి గాని, వెలుపలికి గాని తిరిగి ఉండి దృష్టిలోపం కలిగిస్తుంది. దీనికి బలమైన వక్రీభవన దోషాలైనా, రెటీనా రోగాలైనా కారణాలువుతాయి.



పటము 2.

పటము 3.

ఎడమ కుదిరిక మెల్లకన్ను ఎడమ చెదరిక మెల్లకన్ను

ఒకప్పుడు రోగులకు ఒకే వస్తువు రెండు వస్తువులుగా కనిపిస్తుంది. నేత్రబాహ్య (Extra ocular) కండరాలలో ఒకటి పక్షవాతము చెందడం దీనికి కారణం, అందువల్ల అనుకున్న వస్తువు వైపుకు (వ్యాధికి లోనైన కండరం) సరిగా కంటిని కదపలేక పోతుంది. రెండేసి వస్తువులుగా కనిపించడమనేది, కంటిలో పొర ఏర్పడినా, రెటీనాకు వ్యాధి కలిగినా కూడా జరుగుతుంది.

ఆరేళ్లలోపువాళ్ల మెల్లకళ్లను, దృష్టిని కొన్ని సాధనాలతోనూ, శత్రుచికిత్స వల్లనూ, బాగు చేయవచ్చు. ఆ వయసు దాటితే కళ్ల సరిచేసినా, దృష్టి బాగుపడదు.

విల్లల్ని బళ్లో వేసేముందు అలవాటుగా ఏటేటా కళ్లపరీక్ష చేయిస్తూ ఉండటం మంచిది. దృష్టి దోషమేదైనా కనిపిస్తే సరియైన సులోచనాలతో తక్షణం సరిచేయవచ్చు.

కళ్ల సీళ్లకారడం, పోటు, ఎరుపెక్కడం, రంగు రంగులుగా కనిపిస్తూ ఉండడం, రేచీకటి (Defective adaptation for night vision) వంటి లక్షణాలను నిర్లక్ష్యం చేయగూడదు. కంటిలో మంటను కలిగించే మందులను వాడగూడదు.

టీకాలూ, సంతులిత ఆహారమూ, దృష్టి లోపాలలో పెక్కింటిని నివారిస్తాయి. ఎటువంటి కంటిరోగం వచ్చినా ప్రత్యేక అర్హతలు ఉన్న నేత్రవైద్యుని విధిగా సంప్రదించడం అవసరం.

**అంగ్లమూలం :**

డా॥ ఎం. వి. జగన్నాథరావు.

తెలుగు :

పోరంకి దక్షిణా మూర్తి

డి వి. ఆర్. భాస్కర శాస్త్రి.

## 128. చెవి, ముక్కు, గొంతు

శరీరనిర్మాణ శాస్త్రదృష్ట్యాగానీ, శరీరధర్మ శాస్త్ర దృష్ట్యాగానీ, చెవి, ముక్కు, గొంతు విడివిడి అవయవాలు కావు. మానవ శరీరములో ప్రముఖ పాత్రవహించే అవయవాల కూటమి ఇది. రక్తపోటు, రక్త హీనత వంటి శారీరకవ్యాధుల లక్షణాలు వీటిలో ప్రతిబింబించుటయే గాక, కేవలము ఈ

ముఖ్యాంగాలలో ఒకగూడే ఆటుపోటులవల్ల కలిగే విపరీత ప్రభావాలు మొత్తము శరీరమంతట ద్యోతక మవుతాయి.

కిళ్ళనొప్పుల (రుమాటిక్) వ్యాధులు, అజీర్తి, బలహీనత, దృష్టిదోషాలవంటి వ్యాధులకు మూల కారణాలను సమూలంగా పరిశోధించే సందర్భంలో

చెవి, ముక్కు, గొంతులలో ఉండే రుగ్మత బహిర్గత మవుతుంది.

ఈ మూడు ముఖ్యాంగాలను గురించి తెలుసుకోవాలనుకుంటే ప్రాథమికంగా ఆరోగ్య స్థితిలోనూ, ఆనారోగ్య స్థితిలోనూ, వ్యక్తియొక్క సమగ్ర స్వరూపాన్ని విశ్లేషణము చెయ్యాలి. మింగుడు పడడంలో కష్టం, స్వరములో మార్పులు, నరాల నొప్పులు వంటి ఆతిస్వల్పంగా పరిగణించే లక్షణాలే, కొన్ని సందర్భాలలో పుట్టుకుండువు (కేన్సరు) వంటి భయంకర వ్యాధులకు అంకురార్పణ కావచ్చు.

## I. చె వి



పటము 1

1. బాహ్యకర్ణము
2. మధ్యకర్ణము
3. అంతఃకర్ణము.

చెవియొక్క తక్కిన భాగము యావత్తూ డింపొరల్ (కణిత) ఎముకలో ఉంటుంది. బాహ్య, మధ్య, అంతర్భాగాలుగా కర్ణము విభజించబడ్డది. బాహ్య కర్ణము సుమారుగా ఒక అంగుళము పొడవు కలిగి మెలితిరిగి ఉంటుంది. దీనిలోని వెలుపలి మూడవ భాగములో ప్రత్యేకమయిన పొర ఉండి గుబిలిని స్రవించే గ్రంథులు కూడా ఉంటాయి. మామూలుగా క్రింది దవడ కదలిక సందర్భాలలో

ఇది బయటకు స్రవిస్తుంది. కొంత మందిలో ఈ గ్రంథుల ఉత్పత్తి హెచ్చుగా ఉండవచ్చు.

రుమాళ్లు, తుళ్ళువంటి వాటితో చెవులు శుభ్ర పరచుకొనే అలవాటుకూడా తోడైతే, ఈ గుబిలి లోపలకు నెట్టబడి, వెలుపలికివచ్చే అవకాశముండదు. ఈ విధంగా బాహ్య కర్ణము మొత్తము గుబిలితో నింపబడి వ్యక్తియొక్క శ్రవణశక్తి సన్నగిల్లు తుంది. నిపుణుడైన వైద్యునిచే పీచికారి చేయించు కోవడంవల్ల దీనికి నివారణ పొందవచ్చు. ఇది సక్రమంగా జరుగని పక్షములో కర్ణభేరి దెబ్బతిని తీవ్ర మార్పులు సంభవించవచ్చు. బాహ్యకర్ణమునకు, మధ్యకర్ణమునకు నడుమ కర్ణభేరి ఉంటుంది. మధ్యకర్ణము ఒక చిన్న పేటికవలె యుండి కర్ణ భేరికి అరంగుళము ఏటవాలుగా ఉంటుంది. ప్రక్క వైపులనుండి మరింత ఇరుకుగా ఉంటుంది. ఇది మూడు ఎముకలను, రెండు కండాలను కలిగి యుండి శబ్ద తరంగాలను అంతఃకర్ణానికి ప్రసారము చేయడానికి దోహదము చేస్తూ శ్రవణజ్ఞానాన్ని ఇనుమడింప చేస్తుంది. ముక్కు వెనుకభాగానికి ఒక చిన్న నాళిక ద్వారా కలుపబడి మధ్యకర్ణము ఉంటుంది. ఈ నాళిక మధ్యకర్ణమునకు అవసరమయిన గాలిని ప్రసరింపజేసి కర్ణభేరికి ఇరు వైపులా సమానపీడనం ఉండే విధంగా చేస్తుంది.

ఈ నాళిక పూడుకొనిపోతే చెవి పూడుకు పోయి నట్టుండి తలనాదు, కళ్ళు తిరగటం, చెవిలో శబ్దాలు వంటి ఇక్కట్లతో వ్యక్తి బాధపడటం జరుగుతుంది. అటువంటివారు విమానయానంలో ఎంతో ఇబ్బందికి గురవుతారు. “కెథటరైజేషన్” అనబడే ఒక ప్రక్రియ ద్వారా దానిని నివారించవచ్చు. ఎక్కువగా గుటకవేయడం ద్వారా స్వల్ప అవరోధాలను అరికట్టవచ్చు. చెవినుండి చీము కారడానికి సాధారణంగా మధ్యకర్ణానికి సంభవించే క్రిమికారణ వ్యాధులే మూలము. జలుబు చేసి నపుడు ముక్కునుండి, గొంతునుండి వ్యాపించే

క్రిమిజనిత వ్యాధులే చెవినుండి రసి స్రవించడానికి కారణభూత మవుతాయి. ఇది అత్యంత ప్రమాదకరములయిన మెదడవ్యాధులు - అనగా, "మెనింజైటిస్", బ్రెయిన్ యాబ్ సెస్" వంటి వ్యాధులకు - దారి తీయవచ్చు. అయినప్పటికీ చెవినుండి చీము కారడము అనేదాన్ని తగిన వైద్యంతో నివారించవచ్చు. వీటిలో పెక్కింటిని బాషధచికిత్సతో నివారించినా, కొన్ని సందర్భాలలో శస్త్రచికిత్స అనివార్యము. శస్త్రచికిత్సలో సూక్ష్మదర్శిని సహాయముతో అతి జటిలమైన జబ్బు నైనా, నయము చేయవచ్చు. శ్రవణశక్తిని పెంపొందించవచ్చు.

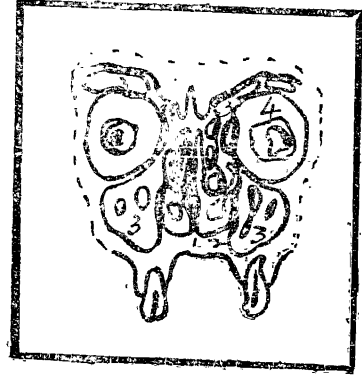
అంటువ్యాధులు, గాయాలు, కొన్ని మందులు, ఆహారలోపాలు, వృద్ధాప్యములో కలిగే షీజలా సంప్రాప్త వ్యాధులు, వ్రణాలు, మొదలగునవి నరాల విచ్ఛిత్తికి దారితీసి చెవుడును కలుగజేస్తాయి.

చెవుడులో రెండు రకాలున్నాయి. బాహ్య, మధ్య కర్ణాలలో శబ్ద తరంగాలకు అంతరాయం కలిగించేది ఒకరకము. ఆధునిక కాలములో అభివృద్ధి చెందిన సూక్ష్మ శస్త్రచికిత్స ద్వారా దాదాపుగా వీటన్నింటికీ నివారణ కల్పించడానికి వీలున్నది. ఇక రెండవది నరాల విచ్ఛిత్తి. దీనివల్ల ప్రాప్తించిన చెవుడును పోగొట్టలేము గానీ శ్రవణయంత్రాలవల్లా మాటతెలిపిడి (స్పీచ్ రీడింగ్)తో శిక్షణ యివ్వడం ద్వారా కొంతవరకు వినికిడిని పెంపొందించవచ్చు. చిన్న పిల్లలలో వినికిడిశక్తి లోపిస్తే దానిని ప్రాథమిక దశలోనే కనుగొని నివారణోపాయము పొందడం అత్యవసరం.

## II. ముక్కు

మనకు అగుపించే నాసిక (ముక్కు)తో రెండు నాసికారంధ్రాలు ఉండి మధ్యన నాసికాకుడ్యం (నెప్టేమ్) అనబడే ఆడ్డుగోడ ఉంటుంది. నాసికను ఊపిరితిత్తులకై శీతోష్ణతలను క్రమబద్ధము

చేసేయంతంగా అభివర్ణించవచ్చు. మనము లోనికి పీల్చుకొనే గాలిని శుభ్రపరచి, శీతల పరచి, వేడి పరచి, ఊపిరితిత్తులకు ఈ నాసిక రక్షణ కల్పిస్తుంది. అంతేగాక వాసనను రుచిని గ్రహించడానికి కూడా ఇది సహాయపడుతుంది. దీనికి తోడు



పటము 2

1. నాసికారంధ్రము
2. నెప్టేమ్ (ఆడ్డుగోడ)
3. నైనస్సులు (గాలి అరలు)
4. కనుగ్రుడ్డు.

మధ్యకర్ణానికి గాలిని ప్రసరింపజేయటము, వాయు ద్రోణికల (నైనస్) కు మళ్ళింపుమార్గంగా ఉపయోగపడడము, కూడా నాసిక యొక్క ప్రధాన విధులు. నాసికకు అనుకొని వాయుద్రోణికలు అనబడు నాలుగు గాలి గదులు ఇరువైపులా ఉన్నాయి. ఉష్ణోగ్రతలో మార్పులకు జలుబుకు మధ్య ఏ విధమైన సంబంధము లేదు.

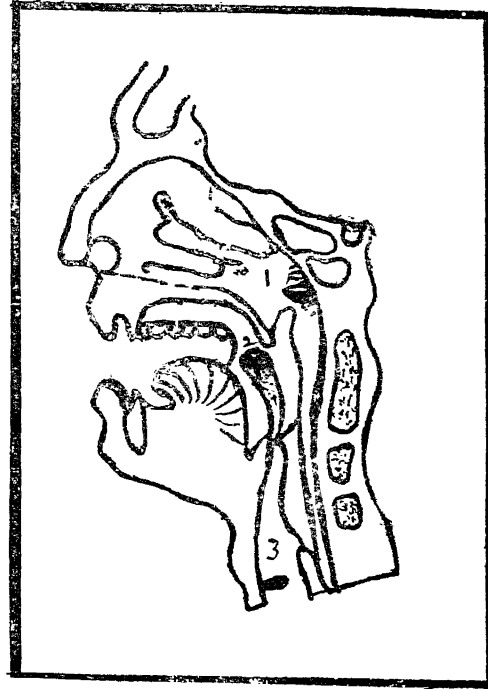
జలుబు లేదా పడిసెము అనబడునది అంటు వ్యాధిగా ప్రారంభమై కొద్దిపాటి జ్వరము, చలి, క్రమేపి నాసికా రంధ్రాలు పూడిపోవడం, ముక్కునుండి చీమిడి వెడలుటవంటి లక్షణాలు అగుపిస్తాయి. చలితో జతగూడి ఉండడంవల్ల ఈ వ్యాధి, శీతల పరిస్థితులలోనే సంభవస్తుందని భ్రమపడుతుంటారు. దీనికి అసలు మూలకారణము ఒక రకమైన



వైరస్. జలుబు ఎంత ప్రమాదరహితంగా కన్పించినప్పటికీ, ద్రోణికాశోప ( సైనసైటిస్ ), చెవి వ్యాధులు, గొంతు ఛాతీ వ్యాధులకు దాంతీసే ప్రమాదము లేకపోలేదు. ఈ రోగలక్షణము యొక్క కాలపరిమితి ఒక వారమే. అయినా దీని నివారణకు నిశ్చితమయిన వైద్యమేమీలేదు. పూర్తి విశ్రాంతి వల్ల ఈ రుగ్మత యొక్క తీవ్రత తగ్గి, విస్తరణ అరికట్టబడి, ఉపధవాలు స్వల్పమవు యి. సక్రమ మయిన పద్ధతిలో ముక్కు చీదడం ద్వారా చెవి, గొంతు, వాయుద్రోణికలకు కలిగే పెక్కు వ్యాధులను నిరోధించవచ్చు, నాసికారంధ్రాలను గట్టిగా బిగించి వెలుపలకు చీడడం మామూలుగా చేస్తూ ఉంటారు. కానీ దానివల్ల ముక్కులో పలి వత్తిడి అధికమై క్రిమిజన్య పదార్థములు వాయుద్రోణికలలోనికి చెవి లోనికి పవేశించి అనేక పరిణామాలు జరిగిపోయి. ఒక్కొక్కపర్యాయము ఒక్కొక్కవైపు రంధ్రాన్నించి బయటకు చీడుతూఉంటే పెరిగిన పీడనము వలన క్రిమిజన్య పదార్థము, వెలుపలికి రావడానికి మార్గం లభిస్తుంది.

చిన్న పిల్లలకు ముక్కునుండి రక్తము స్రవించడం తరచుగా జరుగుతూ ఉంటుంది నాసికా కుడ్యము యొక్క ముందుభాగము నుండి ఎక్కువగా రక్తము కారుతుంది. చేతి బొటనవేలుతోనూ, చూపుడు వేళ్ళతోనూ నాసికారంధ్రాలను గట్టిగా బిదు నిమిషాలు అదిమి ఉంటే ఈ రక్తస్రావము ఆగిపోగలదు. ప్రత్యేకంగా ఒకే రంధ్రము నుండి రక్తము కారుతూ ఉంటే ఏదైనా నెలును, గింజ వంటి అన్యవస్త్రము ముక్కులో ఇరుక్కున్నట్లు అర్థము చేసుకోవాలి. పెద్దవాళ్ళలో ఐతే ముక్కు నుండి రక్తము కారడం ఆతిత్తివ పరిణామము కావచ్చు; కేన్సరు, అధిక రక్తపోటు వంటి భయంకర వ్యాధులకు సూచన కావచ్చు.

### III. గొంతు



పటము 3

1. నాసికాగళిక మరియు ఎడినాయిడ్లు.
2. వదనగళిక మరియు టాన్సిల్స్.
3. స్వరగళిక మరియు లారింక్సు (స్వరపేటిక)

శరీరములో మనము గొంతు అని పేర్కొంటున్న భాగము కపాలము యొక్క ఆధోభాగము నుండి అన్నవాహికవరకు వ్యాపించి ఉంటుంది. పెద్దలలో ఇది బదంగుళముల పొడవు కలిగి యుంటుంది. గొంతు యొక్క గళికా (పెరిజియల్) భాగము మూడు విభాగాలుగా అభివర్తించ బడింది. వానిలో నాసికకు వెనుకనున్నది. నాసికాగళిక (నోసోఫేరింగ్స్); నోటికి వెనుకభాగాన ఉన్నది వదనగళిక (ఓరోఫేరింగ్స్); స్వరపేటిక ఉండే భాగము స్వరగళిక (లారింగో ఫారింగ్స్) నాసికా గళికలో నాసికా పదార్థము ఉండి దాని పరిమాణము

పెద్దదిగా మారినపుడు ఎడినాయిడ్స్ గా వ్యవహరించబడుతుంది. బాల్యములో దీనివల్ల నోటినుండి రక్తము పడటము, నిద్రలో గురక, చెవుడు, పోషక లోపము, చాతివ్యాధులవంటి గణనీయమయిన అనారోగ్య చిహ్నాలు సంభవించవచ్చు. శస్త్ర చికిత్సతో వీటిని తొలగించడమే ఏకైక నివారణోపాయము. వదనగళికలో ఈవైపు, ఆవైపు ఒక టాన్సిల్ ఉంటుంది. టాన్సిల్స్ బాల్యములో పెద్దవిగా ఉండి క్రమేపీ క్షీణిస్తాయి. బాల్యదశలో ఇవి వ్యాధినిరోధక శక్తిని ప్రసాదించవచ్చు.

కనుక ఆరోగ్యంగా ఉన్న టాన్సిల్స్ ను తొలగించకూడదు. కానీ టాన్సిల్స్ వ్యాధిగ్రస్తములయితే తీవ్రమైన గుండెజబ్బులు, మూత్రపిండ వ్యాధులు, కీళ్లవ్యాధులు, మొదలయిన వాటికి దోహదకారులు కావచ్చు. కనుక ఆ సందర్భంలో వాటిని తీసివేయడానికి ఏ మాత్రము సందేహించరాదు. మామూలుగా ఉన్న టాన్సిల్స్ కి వ్యాధికి లోనయిన టాన్సిల్స్ కి ఉండే తారతమ్యాన్ని అనుభవజ్ఞుడైన నిపుణుడు మాత్రమే గ్రహించగలడు. స్వరగళికలో లారింగ్స్ అనగా స్వరపేటిక ఉంటుంది. ఇది ఊపిరితిత్తులకు రక్షణ కల్పించడానికి, శబ్దోత్పత్తికి, శ్వాసక్రియకు, కీలకమయిన పాత్ర వహిస్తుంది. స్వరపేటికలో కలిగే ఉపద్రవాల పల్ల ఉచ్చారణకు అటంకము, శ్వాసకు అవరోధము ఏర్పడుతాయి. పెద్దలలో వారంరోజులకు మించి గొంతు బొంగురు పోవడం జరిగితే అది ఒక ప్రమాదమయిన వ్యాధికి సంకేతం కాగలదు. స్వరపేటికలో వచ్చే కేన్సరుకు

ఇది నాందీచిహ్నము ప్రాథమిక దశలోనే దీని నిర్ధారణ రూఢిగా జరిగితే మొగ్గలోనే తుంచి వేయవచ్చు. స్వరపేటికలో ఏర్పడిన అవరోధమువల్ల శ్వాసక్రియకు ఇబ్బంది వాటిల్లితే ప్రత్యామ్నాయంగా మరో వాయుమార్గాన్ని మెడకు ముందు భాగములో ఏర్పరచాలి. “ట్రాకియాస్టమి” అని పిలువబడే ఈ శస్త్రచికిత్స అనేక సందర్భాలలో ప్రాజిభిక్షన సాధించగలదు.

అన్నవాహిక, శ్వాస వాహికలలో బయటనుంచి వచ్చిపడే పదార్థములు ఎన్నో ప్రమాదాలకు దారి తీస్తాయి. ఈ ప్రమాదాలు ఎక్కువగా అశ్రద్ధ వల్ల సంభవించేవే గనుక, కొద్దిపాటి జాగ్రత్తలతో వీటిని నిరోధించడానికి విజ్ఞుని. గోలీలు, బలపాలు వంటి చిన్న చిన్న వస్తువులను నోటివద్దకో ముక్కు లోకో చెవిలోకో చేర్చడం, చిన్న పిల్లలకు సహజ లక్షణము. స్వరపేటికకు పూర్తిగా అవరోధము కల్పించిన సందర్భాలలో మినహా ఇవి తక్షణ ఉపద్రవాలను కలిగించవు. ఏ హానిని కలుగజేయకుండా కొంతకాలముపాటు అవి అలాగే ఉండిపోవచ్చు. ఆవకతవకగా వాటిని తొలగించడంవల్ల పెక్కు అనర్థాలు కలుగవచ్చు. తగిన ఏర్పాట్లతో అనుభవజ్ఞుడైన నిపుణునిచే వీటిని తీయించే ప్రయత్నము చేయాలి. పిల్లల విషయంలో మత్తుమందు వాడవలసి ఉంటుంది.

ఆచార్య పిన్నమనేని నరసింహారావు.

# 129. రూపాంతర శస్త్ర చికిత్స; అవయవమార్పిడి

( ప్లాస్టిక్ సర్జరీ; ఆర్గన్ ట్రాన్స్ప్లాంటేషన్ )

కఠి మేషాదుల శిరములను దేవతలలో కొందరి మొండెములకు సంధానించినటుల పురాణములలో అటనట మనము చదువుచున్నాము. రావణుని సోదరియగు శూర్పణఖ యొక్క నాసికా కర్ణములను చేధించిన రీతిగనే యీనాటికి శిక్షలను అమలుపరుచుట కొన్ని దేశములలో కలదు. క్రీ. పూ. 800 సంవత్సరముల ప్రాంతమున సుశ్రుతుడను భారతీయ వైద్యుడు కర్ణపు లోపములను, చెంపనుండి తీసిన చర్మముతో చక్కబెట్టెను. 1794 సంవత్సరములో టిప్పుసుల్తానుతో పోరాడిన కౌసాజి యను బ్రిటిషు సేనానికి ముక్కు ఛేదించబడగా పూజే పరిసరమందలి యొక హిందూశస్త్ర వైద్యుడు, నుదుటి చర్మముతీసి దానితో ముక్కును సృజించెను. ఈనాటికిని యీ పద్ధతి ప్రపంచమంతటా వ్యాప్తిలో ఉన్నది. పుర్రెలోను, ప్రక్కయెముకలలోను, దంతములలోను ఉండెడు లోపములను రజత సువర్ణాదులతో చక్క పరచుటలు పూర్వకాలమున సైతము వాడుకలో యుండినవి. దీనివలన రూపాంతర శస్త్రచికిత్స (ప్లాస్టిక్ సర్జరీ) యొక్క అవకాశము, అభ్యాసము అనంతకాలము నుండి కలవని చెప్పవచ్చును. ముఖ్యముగా రెండవ ప్రపంచయుద్ధములో తుపాకీ, బాంబులవలన గల్గిన ముఖగాయములకును, విమానములు కూలిపోవుటలో కలిగెడి అగ్ని గాయములకును, "సర్ హోల్డ్ గిల్లిస్" అను న్యూజిలెండు దేశస్థుడు యింగ్లండున అనేక శస్త్రచికిత్సలు జరిపిరి. ఈ అనుభవములు వర్తమాన కాలమున గల్గెడి ప్రమాదములకును, నిత్య జీవితములోని వ్యాధుల చికిత్సకును ఉపయోగపడుచున్నవి.

ఈ క్రింది ఉదాహరణలు ప్లాస్టిక్ సర్జరీ యొక్క ఉపయోగములను తెలియజేయును. శరవేగముతో గూడిన ప్రయాణములు, యింటా బయటా యంత్రాది విద్యుత్ సౌకర్యములతో గూడిన పనిముట్లు, గ్యాస్ పొయ్యి-ఇట్టివి కరళిరో భాగము లందు ప్రమాదవశమున గాయములను కల్గించుటకు హేతువులై ఉన్నవి. ముఖ్యముగా అగ్ని గాయములను కొన్ని ఆటలలో కలుగు ప్రమాదములును ముక్కు, చెవులు, పండ్లకు నష్టములను సాధారణముగ కల్గించుచున్నవి. వన్య మృగములు గల్గించెడి గాయములును, అంగలోపములును గర్భిణీ స్త్రీల అస్వస్థతవలన లేదా వంశపారంపర్యముగా వాటిల్లెడు అంగలోపములును ఈ లెక్కలోనికే వచ్చును.

పెదిమ, అంగిలి, చెవి, కాళ్ళు, చేతులు, జ్ఞానేంద్రియములకు బాల్యములోనే చికిత్స చేయవలెను. కవలఫలములవలె ప్రేమగాని దేహములుగాని జతగూడి (సయామీస్ ట్విన్స్) పుట్టిన వారిని విభజన చేయుట; కంతులు, వికారమైన పుట్టుమచ్చలు, గాయపు మచ్చలు మశూచిక మచ్చలు, పచ్చబొట్టుల నిర్మూలన: కుష్టు సోకినందువలన ముక్కు, నోరు, కాళ్ళు, చేతులకు గల్గిన లోపములను నివృత్తిచేయుట, బోద జాడ్యమువలన లావెక్కిన అవయవములును సన్నగించుట; పోలియో, కంటి, నోటి, పక్షవాయపు లకు శస్త్రచికిత్స; మంచము పట్టిన వారికి వీపులో కాననగు ఒత్తిడి పుండ్ల [బెడ్ సోర్స్] నివృత్తి; కేన్సరు నిర్మూలించుట; ఆయా లోపములను పూరించుట; రుమటాయిడ్ కీళ్ళ వైద్యము, పిల్లి చెవులు, గబ్బిళము చెవులు, గ్రద్దముక్కు, చట్టి

ముక్కులకు సహజ రూపము కల్పించుట; ఆనను రూపమైన దవడలు, గడ్డములు, దంతశ్రేణి చూడ నింపుగచేయుట; సనములు, పొట్ట, పిరుదులు వైశాల్యములు కోరినరీతిలో ఉండుటలు చేయుట; సలికాన్ స్రవములు అమర్చుట; వయస్సు జారిన వారికి మెడ, కనురెప్పలు చెంపలు, సవరించి [ఫేస్ లిఫ్ట్] జవ్వనపు వేషమిచ్చుట; గాజుకనుగ్రుడ్డు మున్నగువాటి నవర్చి కృత్రిమ ముఖమును శిల్పించుట; బట్టతలను రోమశ్యామలము జేయుట; కొన్ని రకముల వంధ్యత్వమునకు, గర్భనిరోధక శస్త్ర చికిత్స బొందిన వారికి రేతోనాశపునఃసంధానము చేయుట యిత్యాదీగ, శరీరమున దాదాపుగ అన్ని అంగములకు, హింసకందని చికిత్సలు ఈ కాలమున జరుపుచున్నారు.

ఇన్ని రకముల వైద్యచికిత్సలను ప్రజల కంద జేయుటకు-ప్రత్యేకించి అగ్ని గాయములకు శిశువులకు, కరవ్యాధులకు రూపాంతర చికిత్సకు, కాన్సర్ కు-వైద్యశాలలు వెలసియున్నవి. తక్షణ ఉపయోగార్థము రక్తనిధులవలె చర్మ నేత్ర శిల్పాది నిధులు వట్టబద్ధములై ఏర్పాటుగుచున్నవి. చని పోయినవారిపై ఆరు గంటలలోగా వైన చెప్పబడిన వానిని సేకరించి నత్రజని జాడలలో భద్రపరచి ఫ్రీజ్ ద్రు చేసెదరు.

ప్లాస్టిక్ సర్జరీ కేవలము రూపాంతరమునకేగాక సజీవములగు అంగములను చేకూర్చి జీవనోపాధిని కల్పించుటలో కూడ సహకరించుచున్నది. ఈ విధముగ కుంటి, గ్రుడ్డి, చెవిటి వికలాంగులకు ఉపాధి కల్పించుట పెక్కు సందర్భములలో జరుగుచున్నది. భగవంత్రి. శిశ్న లోపములు గల వారిని ఈ సర్జరీవలన వివాహయోగ్యులుగా చేయుచున్నారు. లింగభేదము సునిశ్చితముగ సృష్టము కాని వారిలో లింగకల్పన లేదా లింగపరివర్తనకు కోర్టు సమ్మతి అవసరము.

పాశ్చాత్య దేశములలో ప్లాస్టిక్ సర్జరీ కేవలము చక్కని రూపకల్పనకే వినియుక్తముగుచున్నది. వైద్యశాలలలో ఇట్టి చికిత్స పొరకు, తమకు అవకాశముకల్గుటకై అందు సంవత్సరముల వరకును కొందరు వేచియుండుట కారు. మన దేశములో అటువ్యాధులు, అనాగరిత, అవిద్యులు, ప్రబలియున్నందున జనావళి ఎన్నో వ్యాధులకు గురియగుటవలన, వానిని కుదుర్చుటకు మాత్రమే ప్లాస్టిక్ సర్జరీ అవశ్యకమే యున్నది. గర్భిణీ స్త్రీ పోషణలో వైటమిను మాంసకృత్తుల లేమి వలన కానీ, జ్వరం అటువ్యాధులకు గురియైనందువలనగానీ. ప్రతి ఏడవందల కాన్సరులకు ఒక శిశువు అంగలోపముతో జన్మించుచున్నది. ఇందులో కొద్ది శాతము వంశరం ర్యముగా వచ్చులోపములకు వారసులగుచున్నారు. వీరు జ్యోతిశాస్త్ర జెనెటెక్స్) పండితుల సలహాలపొంది యుక్తవయసున ఉటుంబ నియంత్రణను అవలంబించుట సముచితము.

వ్యక్తియొక్క వయస్సు, అంతస్తు, విద్య, వృత్తి, వివాహము మానసిక పరిపాకము మున్నగు నవి గుర్తించి ప్లాస్టిక్ సర్జరీ చికిత్స నిర్ణయించెదరు. అవసరమైన, మజిలీలిచ్చి పలుమార్లు సర్జరీ చేయవలెను. ఈ చికిత్సలో ప్రాణభయ మెన్నటికీ లేదు. కొన్ని ప్రణ చికిత్సలలో క్రియోడయాదర్మీ, లేజర్ సాధనముల నుపయోగించెదరు. దీని వలన రక్తస్రావము లేకుండగనే వ్యాధిని ఖుణ్ణముగా నిర్మూలించవచ్చును.

రోగియొక్క సమస్యల గ్రహించి తగిన ఉపాయము లాలోచించెదరు. ఒకే సమస్యకు పది మందిలో పదిరకముల చిత్సలు అవసరములగుటయు కలదు. లోపములను కొలతలు వేసి, నమూనా దర్జీవాని వై నముతో లైంగ్, స్టిప్, కవరు గుడ్డపై కత్తిరించి కొలతకు తగ్గ చర్మము కండర శిల్పాదులకు సరిపోవుట్లు జూచుకొందురు. చికిత్సా ఫలితములు సృష్టమైనవి; నిగూఢమైనవి

కావు. అందువలన ఈ శ్రమ అవసరము. కొన్ని కోతలు సి-ఎస్-జెడ్-పి-వై అక్కరములను పోలి యుండుటవలన వాని కొఱములు, నిడివి, వెడల్పులు లెక్కించి జేయుదురు. ఈ కోతల ద్వారా పరిసర చర్మాది కందరములను స్థానవ్యత్యయము చేసి, అంగలోపములను పూరింతురు. ఇట్టి కొరతలు పరిసర చర్మమును పొటచేసిగాని, చర్మమును మాసిక వేసిగాని పూరింతురు. స్వకీయ కణజాలము లీప్రయోజనమునకు వాడి - బంకమట్టితో షబో తృత్తి అయిన చందమున-నూతన అవయవమును లేదా ఆారమును సృజించెదరు. అంతేకాని ప్లాస్టిక్ స్టరీ అనుటవలన ప్లాస్టిక్ వస్తువులను దేహములో అమర్చరు. అవసరమైన చోట క్రొత్తగా కనిపెట్టిన సిలికాన్ అనేడి ద్రవ్యమును యిమిడ్చి యావనము కల్పింతురు. ఐతే కొందరి చేతులలో యివి ఎక్కువ కాలము మనవు. లండనులో నేను చూచిన సుందరి ఒకతె, కాలుజారి సిలికాన్ చనుదోయిని గోల్పోగా, తిరిగి అమర్చవలసి వచ్చినది.

ఒక చోటునుండి చర్మమును కత్తిరించి అవసరమైన చోటులో అంటు త్రొక్కుటనే ఆటోగ్రాఫ్ట్ అందురు. అంటుద్వారా రక్త ప్రసారమును ద్రువపరచుటకు తొండమువలె ట్యూబు పెడికల్ రప్ప తీయుదురు. అత్యవసరములలో ఈ అంటు పదార్థము యితర మానవులనుండి సేకరింపబడుచున్నది. ఈ పద్ధతినే హోమో గాఫ్ట్ అనెదరు. ఎద్దు పండ్లి, మున్నగు మానవేతర జాతినుండి గైకొనిన శల్్యాదులగు అంటులను రసాయనములతో నిర్గుణములుగ చేసి కేవలము సహజాలుగ మాత్రమే వినియోగించుదురు ఈ పద్ధతిని హెటరోగ్రాఫ్ట్ అనెదరు. తుదకు ఈ హోమో, హెటరో గ్రాఫ్టులు త్యజింపబడి స్వకీయ కణజాలములు పరిసరముల నుండి వ్యాపింపను.

ఎ, బి, ఒ రక్తవర్గములవలె నాడీ కణజాలములు వివిధ మానవులలో వివిధ రీతులుగ

ఉన్నవి. ఒకరి రక్తము వేరొకరికివ్వదగినప్పుడు దాత యొక్క ఎఱ్ఱకణములవై యుండు ప్రతిజనకాలు, గ్రహీత ప్రాస్మా యందలి ప్రతి రక్షకాలు [యాంటి జెన్-యాంటిబాడీలు] ఒకే తెగవై యుండును. అట్లే ఒకరి చర్మాంగములు వేరొకరికి నాటినప్పుడు దాతయొక్క కణజాలమునందు ప్రతిజనకాలు గ్రహీతయందలి లింఫోసైటు అను తెల్ల కణములను ప్రేరేపించును. ఎలుకలపై ప్రయోగముల వలన దాతృ గ్రహీతల జీన్సులో హెచ్-స్థానము కనుగొనబడును. ఈ స్థానము సరికొదురకున్నపుడు పరస్పర అంగములమార్పిడి నిరాకరింపబడుచున్నది. అభిన్నముగ ఉండెడు కవలలలో యిట్టి మార్పిడి విజయవంతమగుచున్నది. కాబట్టి గ్రహీతయొక్క లింఫోసైటును పలుదాతలకు ఎక్కించి ఒక్కొకరి అనుగుణత తెలుసుకొందురు. రక్తసంబంధమైన బంధుజాలములోనివారు సరికొదిరిన సందానత కలిగియుండురు. ఒ-గ్రూపుకు చెందినవారు సర్వత్ర తగిన దాతలుగా పరిగణింపబడుచున్నారు.

హోమోగ్రాఫ్టును సజీవముగ ఉంచు కై కార్టి సోను, యిమ్మ్యూన్, యాంటిలింఫోసైటు సీరం మున్నగు వానిని అంగగ్రహీతలకు వాడలేను.

రోడ్డు ప్రమాదములలో మరణించిన వారి మూతపిండము [కిడ్నీ], హృదయము, కృష్ణపటలము [కార్నియా] వెంటనే భద్రప చి, అవి లోపించినవారికి వానిని నాటుటను చేయుచున్నారు. అశక్యమైన మూత వ్యాధులలో గ్రహీత యొక్క ఇలియక్ నాడులకు మూతపిండమును నాటుచున్నారు. అట్లే హృద్రోగ బాధితులకు వేరొకరి హృదయమును నాటడం, హెమోఫీలియా యను రక్తపాతవు వ్యాధిగ్రస్తులకు గుల్మమును నాటడం జరుపుచున్నారు. అన్నింటికన్న విరివిగా అందులకు కృష్ణపటలమును నాటడం విరివిగను జయప్రదముగను జరుగుచున్నది. ఇవన్నియు చట్టబద్ధములే.

ఆకరములు

1. Eric W. Peet & T. J. S. Patterson.  
"The Essentials of Plastic Surgery".  
Blackwell Scientific Publications.  
1968.
2. Samuel Tomon : "Cosmetic Surgery"  
J. B. Limincot Company. 1960.
3. Sir Harold Gillier & D. Ralph  
Millard : "The Principles and Art of

Plastic Surgery" Vol I & II. Little  
Brown & Co. 1957.

4. P. Kutumbaiah : "Ancient Indian  
Medicine". Orient Longmans Com-  
pany. 1962.

డా॥ జి. శివరామకృష్ణ

## 130. ఉదరరోగాలు - శస్త్రచికిత్స

అన్ని రకాల ఉదరరోగాలను వివరంగా చర్చించడం ఇటలాధ్యంకాదు కనుక, శస్త్రచికిత్స అవసరమయ్యే కొన్ని ఉదర పరిస్థితులను మాత్రం ఇప్పుడు వివరిస్తాను. అవి ఏమిటంటే :

- (1) బాహ్య ఉద్బేదనము (External hernia).
- (2) కృమికళోప (Appendicitis)
- (3) పిత్తశయ (gall bladder) రోగాలు.
- (4) ప్రేగులలో ఆటంకాలు.
- (5) పొట్టకు, ప్రేగులకు సంబంధించిన విషమ (malignant) పరిస్థితులు.

I. బాహ్య ఉద్బేదనము : దీనిని అర్థం చేసికొనుటకు ముందుగ - (i) ఉద్బేదనము (hernia-హెర్నియా) అనగా ఎట్టిదో తెలిసికొనవలసి ఉన్నది. ఉదర భాగాలు, ఉదర కవచము నుండి ముందునకు పొడుచుకొని వచ్చుటనే ఉద్బేదనము (హెర్నియా) అంటారు. పుట్టుకతోనే ఈ జబ్బు ఉండవచ్చు, లేదా జీవితంలో ఏదశలో అయినా రావచ్చు. జన్మసిద్ధంగానే కొంత దుర్బలతను కలిగియున్న శరీరప్రాంతాల్లో - అంటే ఊరు ప్రాంతము. ఊర్వస్థి

కాకుల్య, నాభిగర్తము వంటి ప్రాంతాలలో-గానీ, జన్మసిద్ధంగా లేక పోయినా ఏదైనా అఘాతము లేదా గాయమువలన ఆ ప్రాంతాలలో దుర్బలత ఏర్పడిన ఫలితంగాగానీ ఆ ఉద్బేదనము సాధారణంగా కన్పడుతుంది.

(ii) సాధారణమైన ఉద్బేదనము ఏది : దానిని గుర్తించడం ఎట్లా : ఊరుభాగంలో ఈ ఉద్బేదనం తరచుగ వస్తూ ఉంటుంది. మగవాళ్ళలో ఇది సామాన్యం. పుట్టుకతోగానీ, ఆ తర్వాతగానీ అది రావచ్చు. ఊరుప్రాంతంలో వాపు లాగ అది కనిపిస్తుంది. దగ్గినపుడుకాని, అలిసినపుడుగాని అది కనిపిస్తుంది స్పష్టంగా. ఊరు ప్రాంతాన్ని ఆవాపు పరిమితం కావచ్చు, లేదా పుషకాల వరకు వ్యాపించవచ్చు. పడుకొని నపుడు అది తగ్గుతుంది; లేదా ఒత్తిడివల్ల తగ్గించవచ్చు.

ఈ జబ్బు వచ్చిన తరువాత చాలా కాలం ఏ లక్షణాలు కనిపించవు. కాని ఈ ఉద్బేదనం వల్ల వాచినచోట కానీ, ఉదరం (పొత్తికడుపు)లో గానీ, నొప్పి ఉంటుంది.

iii. ఉద్బేదనం వల్ల కలిగే ప్రమాదం ఏమిటి? ఉద్బేదనం వల్ల కొన్ని క్లిష్టమైన (Complications) ఏర్పడవచ్చు. క్లిష్టమైన (Complicated) ఊరుప్రాంతపు ఉద్బేదనానికి తక్షణం శస్త్రచికిత్స అవసరం. అది క్లిష్టమైనది అని ఎప్పుడు అనుమానించవచ్చునంటే :

1. ఉద్బేదనపు పరిమాణాన్ని తగ్గించలేక పోయినపుడు - అంటే, పొత్తికడుపులోకి విస్తరిస్తున్న వాపును తగ్గించలేక పోయినపుడు.

2. వాపు బాధాకరంగా పరిణమించినపుడు - ఈ పరిస్థితిలో వాపును తగ్గించ లేక పోవడము, బాధాకరంగా ఉండడము, కడుపు ఉబ్బడం, వాంతులు, మలబద్ధం ప్రాప్తించి పరిస్థితి విషమిస్తోందన్న మాట. వీనిఫలితంగా అవరోధము (Obstruction) ఏర్పడడమో, లేదా ఉచ్చుబిగింపు (Strangulation) జరుగుటయో సంభవిస్తే తక్షణం శస్త్రచికిత్స అవసరమైనదన్నమాట. అలస్యమైతే రోగి మరణించవచ్చు.

ఉద్బేదనం వస్తే ఏమి చేయాలి? ఆ జబ్బు వచ్చిన వ్యక్తికి, గుప్తంగా, మరణ మానన్నమైన దన్నట్లు భావించాలి. క్లిష్టతలు ఏవియులేని (Uncomplicated) ఉద్బేదన విషయంలో, శస్త్రచికిత్సలు జరుపడం అమలులోనికి వచ్చిన తరువాత ఆ జబ్బువల్ల మరణాలు సంభవించడం లేదనే చెప్పవచ్చును.

అయితే పీల్చెనంత త్వరలో శస్త్ర చికిత్స చేయించడం చాలా మంచిది. ముందెప్పుడో చేయిస్తామని గానీ, వార్ధక్యం వరకు గానీ ఎప్పుడూ వాయిదా వేయ కూడదు. క్లిష్టపరిణామాలు ఏర్పడుతున్నట్లు అనుమానం కలిగితే, అత్యవసరంగా శస్త్రచికిత్స విధిగా చేయించాలి.

ఏ రకమైన ఉద్బేదనం (హెర్నియా) అయినా సరే ఉంటే, ఆ మనిషి ప్రభుత్వ ఉద్యోగానికి,

సైన్యంలో జేరడానికి, తాత్కాలికంగా అనర్హుడవుతాడు. అంతేకాదు, ఉద్యోగవిరమణ చేసిన తరువాత రాబోయే పంచనులో కొంతభాగాన్ని రాశీకరణం (Commutation) చేయించి తీసుకొనే వ్యక్తికి, వచ్చే ఆ మొత్తంకూడా హెర్నియా ఉంటే తగ్గిపోతుంది.

జాతరప్రణము లేదా కడుపులోపుండు (Peptic ulcer) : జాతరికాష్టుపు (Acid pepsin) విపరీత చర్యవల్ల కడుపులోని రసత్వచ (mucus membrane) కోసికొని పోవుటవలన ఏర్పడే పుండు ఇది. జాతరికాష్టుము పొట్టలో ఉత్పత్తి అవుతుంది కనుక, ఈపుండు, 1. అంత్రమూలం (Duodenum) లోనూ, 2. పొట్టలోనూ ఏర్పడవచ్చు.

అంత్రమూలంలో కానిండు, పొట్టలోకానిండు, ఈకాలంలో ఈపుండు ఏర్పడం సర్వసామాన్యమై కనిపిస్తోంది అన్నిచోట్ల. శస్త్రవైద్యాన్నికోరే ఈ వ్యాధి దక్షిణభారతదేశంలో మరి ప్రబలిపోయింది.

కడుపులో పుండుకు కారణాలు ఏమిటి? కడుపులో లోపల ఉండే పలచని రసత్వచము (membrane) జాతరికాష్టుం తినివేయడంవల్ల ఇది వస్తోంది. సహజంగా ఆష్టుపు చర్యను నిరోధించగల శక్తి ఈ త్వచకు ఉంటుంది. అయితే ఈ శక్తితగ్గినపుడే ఈ పరిస్థితి ఏర్పడుతుంది. ఇట్టి పరిస్థితి ఏర్పడడానికి ఉన్న కారణాలు ఏవేవంటే :

1. మానసికమైన ఆందోళనలు, బాధలు :- మనస్సు ఎక్కువగా బాధపడితే జాతరికాష్టుఉత్పత్తి ఎక్కువ అవుతుంది. చాలా చికాకులకు, ఆడర్దాకు లోనయ్యే వ్యాపారస్థులలో ఈ వ్యాధి ఎక్కువగా కనిపిస్తుంది.

2. ఆహార సంబంధ కారణాలు :- నాణ్యతలేని చౌకబాదు ఆహారంవల్ల రసత్వచయందలి నిరోధక శక్తి తగ్గిపోయే అవకాశమున్నది. ఊరగాయలవంటి మసాలాఘాటుగల ద్రవ్యాంతో కూడిన భోజనాలు కడుపులో మంట పుట్టించి ఆష్టుం ఎక్కువ స్రవించ

జేస్తాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని ప్రజలలో ఈ జాడ్యము ఏర్పడుటకు గల కారణాలను పరిశీలించినవారు, ఈ ప్రాంతపువారి ఆహారపు అలవాట్లనే ఇందుకు ముఖ్యకారణాలుగా భావిస్తున్నారు.

3. పొగత్రాగడం, మత్తుపానీయాలు సేవించడం :- ఈ అలవాట్లకూడా కడుపులో పుండు ఏర్పడడానికి తోడ్పడతాయి.

జాతరక ప్రణామము ఏర్పడడాన్ని గుర్తించడం ఎట్లా ?

సామాన్యంగా అంతటంతటా అజీర్ణబాధ (Dyspepsia) ఏర్పడి ఏర్పడినపుడెట్లా, కొన్నివారాలు బాధిస్తు ఉండడం కనిపిస్తుంది. వ్యాధి ముదిరినకొద్ది, చాలాకాలంపాటు నిరవధికంగా ఉంటుంది. ఈ జాడ్యానికి బాధ ఒక ప్రస్తుతమైన లక్షణం. భోజనంచేసిన 1, 2 గంటలకు ఈ బాధ లేదా నొప్పి వస్తుంది. సోడాశుభ్ర వంటి ఔషధాలను కానీ, పాలు కానీ, మరేదైనా తిండి వదాల్చాన్నిగానీ తీసుకుంటే ఆ బాధ తత్కాలికంగా పోతుంటుంది. ఉదరపు పైపొర ప్రాంతంలో ఈ బాధ ఉంటుంది.

అమ్లాధిక్యత (hypoacidic) ను సూచించే ఇతర లక్షణాలు ఏవంటే :

1. గుండె మంట (Heart-burn)

2. గొంతుమంట (Water brash)

3. పుల్లత్రేణుపులు (acid eructations)

ఈ జబ్బులో వాంతులు అపుడపుడు ఉంటాయి. అవి నిరవధికంగా ఉంటే, జతరాంత్ర సంధివద్ద అవరోధం ఏదో ఏర్పడి వేరుగ క్లిష్టపరిణామాలకు ఏర్పడుటను అవి చూచిస్తాయి.

రక్తస్రావం జరుగవచ్చు కూడా - ఈ స్రావం అనేది రక్తంవంటి కావచ్చు లేదా నల్లని విరేచనం కావచ్చు. ఈ ప్రణామ లోపం ఉన్నపుడు పొట్ట పై పొరభాగాన్ని నొక్కితే నొప్పి ఉంటుంది.

X-రే పరిశీలన వలన పుండ్లు ఉన్నట్లు ధ్రువపరుపవచ్చును, లేదా గాస్ట్రోస్కోప్ ద్వారా చూచి, ఒక్కొక్కప్పుడు పుండును నిర్ధారించవచ్చును. జతరప్రణామం (కడుపులో పుండు)వల్ల మామూలు నిత్య కృత్యాలు చేసుకోలేకపోవడం మాత్రమేగాకుండా మరికొన్ని ప్రమాదకర పరిస్థితులు కూడా ఏర్పడే అవకాశం ఉన్నది. ప్రాణాపాయం కూడా కలగవచ్చు. ఆ ప్రాణాపాయకర పరిస్థితులు ఈ క్రింది రీతిగా ఉండగలవు :

1. రక్తస్రావం (Haemorrhage) : రక్తం మరి ఎక్కువగా కారిపోయి రోగి చనిపోవచ్చు.

2. రంధ్రం ఏర్పడటం : ఉదర గహ్వరం (abdominal cavity) లోనికి జాతరప్రణామ బ్రద్ధలు కావచ్చు.

3. సంకోచన ప్రమాదం (stenosis) : పొట్టలో గాని, ఆంత్రమూలంలోగాని, పుండు ఉన్న భాగం సంకుచితమై ఆహారాన్ని పోనీయకుండా ఆపి వేస్తుంది. దానివల్ల వాంతులు విపరీతంగా జరిగి, కడకు ప్రాణాపాయం కలుగవచ్చును.

4. విషమ పరివర్తనము (Malignant change) : కొన్ని సందర్భాలలో పొట్టలో పుండు, పుట్టకురుపు (కేసరు)గా పరిణమించవచ్చును.

కడుపులో పుండుకు వైద్యం ఏమిటి ?

ఆహారం : జాతరప్రణామికి వైద్యం చేయాలంటే రోగి సహకారం కావాలి. రోగి పొగకాని, మత్తు పానీయాలు గాని త్రాగకూడదు. మిర్చి, మసాలా ద్రవ్యాలను వాడడం విరమించాలి. మంట కలిగించని చప్పిడి ఆహారం బాధను తగ్గిస్తుంది. అన్నింటిలోకి పాలు శ్రేష్టమైన ఆహారం.

విశ్రాంతి : ఈ పరిస్థితిలో పని మానుకొని విశ్రాంతి తీసికొని ఆహారనియమాలు పాటిస్తే, ఆరోగ్యం మెరుగవుతుంది.



**మందులు :** పొట్టలోని ఆమ్లాన్ని తటస్థీకరించే ఆప్టోరోధక (antacid) ఔషధాలను, బాధతగ్గించడానికి వేదనావహారి (antispasmodic) మందులను వాడాలి.

**శత్రు చికిత్స :** ఏవైన క్లిష్టపరిణామాలు (complications) సంభవించిన, మందుల వలన ప్రయోజనం లేకపోతే శత్రుచికిత్స అవసరం అవుతుంది.

**ఉదరవిషయక అత్యుచితాలు :** (Adominal emergencies); ఉదరాగంతుక స్పర్శము (Acute abdomen) అనే పేరుకింద జమఅయ్యే అనేక వ్యాధులకు చాలా ప్రాధాన్యం ఉంది. అవి శత్రు వైద్యునికి, మామూలు వైద్యునికి మాత్రమే కాదు; రోగికి కూడా చాలా ప్రధానమైనవే. ఎందువల్ల నంచే వీటికి అవసరమైనంతగా తక్షణ రోగనిదానమూ వైద్యమూ, తక్కిన ఏవిధపు రోగాలకు అవసరము లేదని చెప్పవచ్చును. రోగనిదాన, చికిత్సలలో జరిగే అలస్యంలో ప్రతిక్షణమూ రోగిని మరణానికి అంతగా సన్నిహితం చేస్తుంది.

**ఈ రోగికి ఉండే లక్షణాలు ఏవేవి అంటే :**

1. **బాధ :** అన్ని ఆగంతుక సందర్భాలలోనూ ముఖ్యంగా బాధ ఉంటుంది. అకస్మాత్తుగా క్షణంలో ఆ బాధ రావచ్చు; లేకపోతే మెల్లగా క్రమంగా బాధ పెంపుదలపొంది విపరీతపు బాధగా పరిణమించవచ్చును.

2. **వాంతులు :** వాంతులు వెళ్లే సమయమూ, ఎన్నిసార్లు వెళ్తున్నదీ, వాంతి లక్షణాలూ, ఇవన్నీ రోగనిదానానికి బాగా తోడ్పడతాయి.

3. **మలవిసర్జన :** సామాన్యంగా అన్ని సందర్భాలలోనూ, మలబద్ధకం ఉంటుంది. ప్రేగులలో అవరోధం (Intestinal obstruction) ఏర్పడితే విరేచనంకాదు, అపానవాయువుకూడా పోదు. కడుపు ఉబ్బుతుంది కూడా.

**అప్పుడు చేయవలసినది ఏమిటి ?**

ఉదరాగంతుక రోగవిషయాన్ని తక్షణం వైద్యునికి తెలియజేయాలి. ఈ పరిస్థితికి కలకారణాన్ని నిర్ణయించడానికిగాను కొన్ని పరిశోధనలు చేయించాలి. రోగనిదానానికి, వైద్యానికి, నైపుణ్యము అవసరం.

ఈ సందర్భాలలో వెంటనే ఆపరేషన్ చేయడం మంచిది. అయితే మన దేశంలో తెలిసితెలియని దేశవాళీ వైద్యులచేత కొంతవైద్యం చేయించి, పరిస్థితి విషమించాక, శత్రుచికిత్సానిపుణులదగ్గరకు పీసికొనివస్తూ ఉంటారు. అందువల్ల ఈ రోగులు మృతిచెందడమే పరిపాటిగా ఉంది.

**ఉదరాగంతుక రోగాల లక్షణాలు :**

1. ఆగంతుక కృమిక శోఫ (Acute appendicitis)

2. సుషిర భాగాలు తూట్లుపడడం:- సామాన్యంగా పొట్ట, ఆంత్రమూలం, కృమిక, లేదా మలకుల్యలలో ఈ రీతిగా తూట్లుపడతాయి.

3. పిల్లలలోనూ, అపుడపుడు పెద్దలలోనూ ప్రేగులలో అవస్పర్శుల (tumours) వల్ల ఏర్పడే ఆంత్ర అంతర్వేశనము (Intussusception).

4. ఆంత్రమున పాశపీడనము (Volvulus of gut); ముఖ్యంగా మలకుల్యయందలి కుల్యాగ్రిక (sigmoid) వద్ద ఇది జరుగుతుంది.

5. కాలేయం లేదా వృక్కకం పగులుట, లేదా తూట్లుపడుట.

6. ప్రేగులలో అవరోధం ఆగంతుకంగా ఏర్పడడం.

పైన చెప్పిన ఆరు పరిస్థితులు తక్షణ శత్రుచికిత్స అవసరాన్ని సూచిస్తాయి.

**II. కృమిక శోఫ (Appendicitis)**

కృమిక (Appendix) అంటే ఏమిటి ? పెద్ద ప్రేగులనుండి చీలిన ఒక మొండిమలుపు

(blind diverticulum) ను కృమిక అంటారు. మొత్తపు ఆహారనాళికా పథంలో కెల్లా చీముపట్టుటకు ప్రవణతగల భాగం అదే. దానిలో చాలా లింఫా గ్రంథికలు (Lymphoid follicles) ఉంటాయి వాటికి ప్రేగులనుండి రోగ సంపర్కం జరిగే అవకాశం ఎక్కువ.

**కృమిక శోఫ అంటే ఏమిటి ?**

కృమిక ఉండే స్థానాన్ని బట్టి దాని నిర్మాణాన్ని బట్టి, అది సులభంగా సూక్ష్మజీవకముల (microorganisms) దాడికి లోనయ్యే అవకాశం ఉంది. కృమికకు సూక్ష్మజీవక సంపర్కం జరిగితే, వచ్చే పరిణామాన్నే కృమిక శోఫ అంటారు.

**కృమిక శోఫను అనుమానించడం ఎట్లా ?**

10-30 సంవత్సరాల మధ్యవారిలో ఆగంతుక (acute) కృమిక శోఫ బాగా ప్రబలి ఉంటూ ఉంటుంది. సగానికి సగం ఉదరఆత్యయిక రోగానికి (abdominal emergencies) ఇదే కారణం. అయితే ఈ వ్యాధి ఏ వయస్సులోనివారి కైనా రావచ్చు. ఈ వ్యాధి లక్షణాలు :

**బాధ :** ప్రారంభంలో, బాధ బొడ్డు కింద పొత్తి కడుపులో (mid line or umbilical region) వచ్చి అన్ని వైపులకి వ్యాపిస్తుంది. కొన్ని గంటలయ్యాక, బాధ కుడివైపు (right iliac fossa)కు జరుగుతుంది. 'పుండు' పోటు (sore acting)గా ఉండి, కృమిక దగ్గర కత్తితో పొడిచినంత బాధగా ఉండి, కృమికస్థానాన్ని బట్టి ఆ పోటు వచ్చే చోటు మారుతుంది.

**2. వాంతులు :** పెద్దగా వాంతులు ఉండవచ్చు; ఉండకపోవచ్చు, కాని కడుపులో త్రిప్పటా ఉండడం ఉండవచ్చును.

**3. జ్వరము :** జ్వరం కొంచెంగా తగలవచ్చు కాని నాడి దుడుకుగా ఉంటుంది.

రోగికి, కుడివైపున పొత్తికడుపు ముట్టుకోసీయ నంత నొప్పిగా ఉంటుంది. కండరాలు బిగుసుకు పోతాయికూడ. మనిషికి ఈ వ్యాధి అంతటంతటా కూడ రావచ్చు.

**ఆ వ్యాధివల్ల కలిగే ప్రమాదం ఏమిటి ?**

కృమికను పెద్దప్రేగుతో కలిపే సంధిక (lumens) మూసికొనిపోవడం అనే, ప్రమాదం ఈ జాడ్యం వలన కలుగవచ్చును. కృమికలో చేరు కొన్నచీము వృద్ధియై కృమికకు లోనుండి ఒత్తిడి ఎక్కువై తత్ఫలితంగా అది బ్రద్దలగుట, ఉదర గహ్వరంలోనికి ఆ చీము చేరుకొనడం జరుగుతుంది. దీనివల్ల చాలా గడ్డపరిస్థితి ఏర్పడి మరణం సంభవిస్తుంది.

ఒక్కసారి కృమికశోఫ వచ్చిన మనిషికి, ఒకవేళ దానియంతట అదియే తగ్గినా మళ్ళీ వచ్చే అవకాశం ఉంది. అంతకంతకు తీవ్రంగానూ గడ్డగాను పరిస్థితి పరిణమిస్తుంది.

**దీనికి వైద్యం ఏమిటి ?**

తక్షణం శస్త్రవైద్యుని సంప్రదించాలి. కృమికను తీసివేయడం ఒక్కటే మార్గం. కొద్ది గంటల లోనే శస్త్రచికిత్స చేస్తే ప్రాణాపాయం తొలగి పోతుంది. ఆలస్యమైతే పరిస్థితి గడ్డగా తయారవు తుంది; ఆపరేషన్ చేయడం కూడా కష్టమైపోతుంది.

**విషమ పరిస్థితులు :**

జీర్ణావయవాలలో దేనిలో ఆయినా-అంటే పొట్ట, చిన్నప్రేగులు, పెద్దప్రేగులు, వృక్కకం, పిత్తాశయం, కాలేయం, లింఫాబంధాలు (lymphonodes) అనేవానిలో దేనికయినా-కేన్సర్ వ్యాధి రావచ్చును. అయితే పొట్ట, మలద్వారం మలకుల్యలలో ఈ కేన్సరు రావడానికి అవకాశం ఎక్కువ ఉంది.

**కేన్సర్ ను అనుమానించడం ఎట్లా ?**

ఉదర సంబంధపు కేన్సరులు పెక్కు తీరులుగా ఉన్నవి. అయితే వీని యన్నింట కొన్ని సామాన్య లక్షణాలు ఈ దిగువవి కన్పడుతున్నవి :

1. వయస్సు : కేన్సర్ ఏ వయస్సులో అయినా రావచ్చు. కాని ముఖ్యంగా - 40- 60 సం॥ల మధ్య వస్తూ ఉంటుంది.

2. లింగభేదం లేకుండా స్త్రీలలోనూ, పురుషులలోనూ కూడా వస్తూ ఉంటుంది.

3. ఆకలి మందగిస్తుంది.

4. బరువు తగ్గుతుంది.

5. రక్త నాణ్యత తగ్గి, రక్తక్షీణత వస్తుంది.

6. బాధ ఉంటుంది.

7. వాపు వస్తుంది.

8. గుదం నుండి రక్తం కారడం కాని రక్త పుంసాలు కాని ఉంటాయి.

9. సామాన్యంగా మలబద్ధం ఏర్పడుతుంది.

10. వ్యాధి ముదిరితే, చిన్న పేగులు మూసుకొని పోవచ్చును, కామెర్టర్ కూడా రావచ్చు.

40 సంవత్సరాల పైబడ్డ ఏళ్ళక్రికైనా, ఈ లక్షణాలు ఏవైనా కనిపిస్తే, తక్షణం పరీక్షలు చేయించడం అవసరం.

ఉదర సంబంధపు కేన్సరుకు వైద్యం ఏమిటి :

వ్యాధి ప్రారంభంలో గుర్తిస్తే తగినంత వైద్యం చేయవచ్చు. ముదిరితే రోగములకారణాలను గుర్తించడం అసాధ్యమవుతుంది. అందువల్ల కేన్సర్ ను ప్రారంభంలోనే పరీక్షింపజేయాలి. వైద్యంలో మూడు పద్ధతులు ఉన్నాయి:

1. శస్త్రపద్ధతి : ఇది ఉత్తమం. తొలిదశలో బాగా పనిచేస్తుంది.

2. రేడియం చికిత్స : జాతరాంత్ర పథము (Gastro-intestinal track) లోని కేన్సరులకు ఇది ఉపయోగించదు. తక్కిన కేన్సరులలో కొంత ఉపశాంతి దీనివలన లభించినా, జబ్బు మరల వస్తుంది. కేన్సర్ లక్షణాల ఉపశమనానికి మాత్రమే ఈ మందులను వాడవచ్చు.

3. రసాయనిక చికిత్స (Chemotherapy) లేదా కేన్సర్ నిర్మూలక ఔషధాలు.

ఆంగ్లమూలం : డా॥ ఎ.కె. చారి

అనువాదం : డా॥ పోరంకి దక్షిణామూర్తి  
డి. వి. ఆర్. భాస్కరశాస్త్రి

## 131. సుఖవ్యాధులు

నేడు ప్రపంచములోని అనేక వైద్య, ఆరోగ్య సంస్థలు లైంగికక్రియ ద్వారా వచ్చు సుఖవ్యాధుల పెరుగుదలను గూర్చి ఆందోళన చెందుచున్నవి. ఈ వ్యాధులను నిరోధించవలెనన్న ప్రతి మానవుడూ వీటి స్వరూపాలనూ, వీటి విషమ పరిణామా లనూ తెలిసికొని అవి సోకిన సమయములలో సరియైన రోగనిర్ణయము చేయించుకొని పూర్తి వైద్యము చేయించుకొనవలెను. అలస్యము జరిగిన ప్రమాద హేతువు.

సామాన్యముగా వీటి వలన వచ్చు జబ్బు లక్షణము లేమనగా : (i) అంగముపై పుండు, (ii) గజ్జంలో గడ్డ లేక కంటి, (iii) మూత్ర వాహిక ద్వారా రసి, చీము కారుట, (iv) మూత్ర విసర్జనములో మంట లేక బాధ.

స్త్రీ, పురుషులలో సామాన్యముగా వచ్చు సుఖ వ్యాధులు క్రింద పేర్కొనబడినవి :

I. సవాయి (Syphilis) : ఒక స్త్రీకి, ఈ జబ్బు సంక్రమించిన తరువాత, ఆమె గర్భవతి

యగు నెడల, తన గర్భస్థ శిశువునకును ఆ రోగమును ఆమె సంక్రమింప జేయును. అందువలన కొందరు జన్మసిద్ధముగ నవాయుచే వీడితు లగు చున్నారు. ఇది “డ్రీపసీమా పాలిడమ్” అను “స్పైరోక్వీటు” క్రిమి వలన వచ్చు అంటువ్యాధి. ఇది సాధారణముగా లైంగికకార్యము ద్వారా సంక్రమించును.

**ప్రథమదశ :** బాహ్య జననాంగములపై నొప్పి లేని, లోతు లేని పర్చుకారపు కురుపు పుట్టును. ఇది సామాన్యముగా రోగక్రిములు శరీరమున జేరిన 21 నుండి 35 రోజులలో వచ్చును. అయితే ఒక్కొక్కప్పుడు 10 రోజుల నుండి 90 రోజులలో నెప్పుడయిన కురుపు వచ్చు నవకాశము కూడ గలదు. ఈ పరిస్థితులలో రోగనిర్ణయమునకై పై చెప్పిన పుండునుండి తీసిన రసాని గాని, పదార్థమునుగాని సూక్ష్మదర్శిని (Microscope) ద్వారా పరీక్ష చేసినపుడే రోగక్రిముల ఉనికి తెలియవచ్చును. ఈ పుండు పుట్టినప్పుడు వైద్యము పూర్తిగా చేయనిచో వ్యాధి 8 నుండి 8 వారముల రోగా శరీరమంతటను ప్రాకి చర్మముపై పొడలు, శ్లేష్మపొరలపై (Mucous membranes) పైన పుండ్లు పుట్టవచ్చును. దీనిని మధ్యదశ అందురు.

ఈ స్థితియందు రక్తపరీక్ష (Wasserman test) గావించిన రుగ్మత శరీరమంతట ప్రాకినట్లు తెలియును. ఇంతవరకూ కూడ వైద్యము చేయించనిచో కొద్ది సంవత్సరములలో వ్యాధి ముఖ్యాంగములను (హృదయము, నాడీవ్యవస్థ, బృహద్దమని, ఎముకలను) చేరి రోగిని బాధించును. దీనిని తుది దశ అందురు.

**II. సెగ (Gonorrhea) :** ఇది ప్రపంచములో సర్వ సామాన్యముగా జననోద్రియ, మూత్రోద్రియ, శ్లేష్మ పొరలకువచ్చు అంటువ్యాధి. ఇది మైథునము జరుపునప్పుడు సామాన్యముగా అంటుకొనును.

“నిస్సీరియా గనోరియా” అను సూక్ష్మ క్రిముల వలన ఇది కలుగును. మైథునము జరిగిన 2 నుండి 10 రోజులలో ఈ రోగపుబాధ బహిర్గతమగును. పురుషులయందు బాధ మిక్కుటము; వారి మూత్ర విసర్జనయందు మంట, మూత్రవాహిక ద్వారా చీము వచ్చుట జరుగును కాని స్త్రీలయందు బాధ లేమిచే ఇది మరుగున పడును. ఈ స్థితిలో పూర్తివైద్యము చేయనిచో రోగము మిగిలిన జననోద్రియ, మూత్రోద్రియ భాగములకే కాక మిగిలిన అంగములకు కూడ ప్రాకి ప్రమాదపరిస్థితులకు దారితీయును.

**III. పొడవ్యాధి : (Lympho granuloma Venerium) :** ఇది ఒక అతి సూక్ష్మక్రిమి (virus) వలన 2 రోజుల నుండి 8 వారములలో కలుగును. బాహ్యంగముపై చిన్న పుండుగాగాని, కంటివలెగాని ఇది వచ్చును ఈ పుండు త్వరలో వైద్యము చేసిననూ లేకపోయిననూ మానును. కాని కొన్ని నెలల తర్వాత గజ్జలలో బిళ్ళలు (గడ్డలు) (Lymphadunopathy-Buboes) వచ్చును. తరువాత రోగము లోపలి అంగములకు కూడ ప్రాకి ప్రమాదమును తెచ్చును.

**IV. కాంక్రాయిడ్ (Chancroid) :** ఇది అతి బాధాకరమయిన సుఖవ్యాధి. ఇదియు మైథునము ద్వారానే సంక్రమించును. బాహ్య జననాంగములపై నొప్పి కలిగించే కురుపున్న, గజ్జలలో గడ్డలున్న (Lymphnode enlargements) వచ్చును. “హిమో ఫిలస్ డూక్రేయా” అను సూక్ష్మక్రిమివలన ఈ జాడ్యము వచ్చును. ఇది మైథునము తరువాత 8 నుండి ఆరు రోజులలో బహిర్గత మగును.

**V. గ్రాన్యులోమా ఇంగ్యుయినేల్ (Granuloma inguinale) :** ఇది అంత సామాన్యమయిన వ్యాధి కాదు. ఇది నెమ్మదిగా పెరుగు జననాంగపు పుండ్ల వ్యాధి. ఇది కూడా మైథున సమయములో అంటుకొనగలిగెడు వ్యాధియే.

జనన మూత్ర వ్యవస్థల వ్యాధులు : మూత్ర వ్యాధులు స్త్రీ పురుషులలో ఒకే రకముగా నుండును అయితే, స్త్రీ, పురుషుల జననాంగముల కూర్పులు వేరు వేరుగా నున్నవి కనుక, వారి జననాంగపు వ్యాధులు కూడ వేరు వేరుగా నుండును.

I. మూత్ర వ్యాధులు : పురుషులలోనూ, స్త్రీ లలోనూ సామాన్యముగా ఈ వ్యాధులు వచ్చును. వ్యాధుల లక్షణములేమనగా: మూత్రవిసర్జనమునందు మార్పు, మూత్రములో చీము లేక రక్తము పోవుట, ఉదరములో నొప్పి, జననాంగములకు నొప్పి పాకుట వలె కుదుపులతో జ్వరము వచ్చుట, ఉదరములో కంతులు వచ్చుట.

ఇవి ఎంత చిన్నలక్షణముగా కానవచ్చినన, త్వరితముగా వైద్యుని వద్దకు వెళ్ళినయెడల వ్యాధిని ప్రారంభములో తెలిసికొనుటకును చికిత్స పొందుటకును వీలగును.

II. జననేంద్రియ వ్యాధులు : జననేంద్రియా లకు పురుషులలోగాని, స్త్రీలలోగాని - జన్మసిద్ధంగా శారీరక నిర్మాణ వైపరీత్యాల వలన గానీ, కంతులు

వచ్చి గానీ, దెబ్బలు తగులుట వలనగాని లేక సూక్ష్మక్రిమిల వలనగానీ-ఇట్టివ్యాధులు రావచ్చును.

ఈ వ్యాధుల లక్షణాలు : జననాంగములకు సంబంధించి ఉండునవి - ఆ అంగములలో బాధ, నొప్పి కలుగుటగాని, స్త్రీలలో ఋతుక్రమము మారుటగాని, మూత్రవిసర్జనములో రక్తము లేక చీము వచ్చుటగాని-కనబడవచ్చును. గర్భకోశాగ్రపు పుట్ట కురుపు (Carcinoma of cervix uterus) అడవారిలో చాలా సాధారణముగా కనబడే అతి ప్రమాదకర వ్యాధి. అందువలన ఋతుక్రమములో మార్పుగానీ, అసాధారణ యోనిరస విసర్జన గానీ జరుగునప్పుడు వైద్యుని సలహాపొందుట ముఖ్యము.

పైన చెప్పబడినవియేగాక శిశువులలో కొందరి యందు, జన్మతః కన్పడే జననేంద్రియ వైపరీత్యాలను తగు శస్త్రచికిత్సతో సరిచేయ వచ్చును.

అంగమూలం : డా॥ వ్యాస నారాయణరావు  
తెనుగున : డా॥ వైయస్. నారాయణరావు.

## 132. గ ర్భ ధా రణ రీ తి

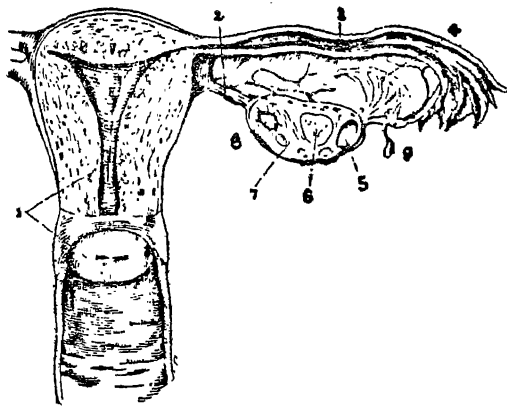
స్త్రీ యొక్క శ్రోణికూపము నాలుగు ఎముకలతో అమర్చబడియున్నది. దీనిలో శిశువు పెరిగి బయటికి వచ్చును. దీనిలో దళసరి కండరములు ఒకకాలువ ఆకారంలో అమర్చబడి ఉన్నవి. వీటిద్వారా గర్భ కోశము, మూత్ర కోశము, మల కోశము బయటికి వచ్చి తెరవబడి ఉన్నవి. ఈ అవయవములన్నీ ప్రసవ సమయమందు ముఖ్యమైన పాత్రలను నిర్వహించును.

ఈ శ్రోణికూపములో గర్భాశయము అమర్చబడి యున్నది. గర్భాశయమునకు ఇరువైపుల

పైన రెండు గొట్టములున్నవి. వీటి ద్వారా బీజము ప్రయాణం చేయును. ఈ గొట్టముల క్రింద రెండు అండాశయములు (Ovaries) ఏర్పడి ఉన్నవి. ఇవి బీజ జన్మస్థానములు. గర్భాశయపు శిశ్నా గ్రము (cervix) ద్వారా యోనిలోనికి ఇవి ప్రవేశించి తెరచికొని యుండును.

యోని బాహ్యంగములతో కలిసి పోవును. బాహ్యంగములు యోనియొక్క ఓళ్లములను మూసి యుంచును. ఈ స్థలములోనే మూత్రము, మలము బయటికి వచ్చే రంధ్రములు, గర్భకోశ మార్గము

అమర్చబడి యున్నవి. ఈ గర్భకోశ మార్గం ద్వారా శిశువు బయటికి వచ్చును.



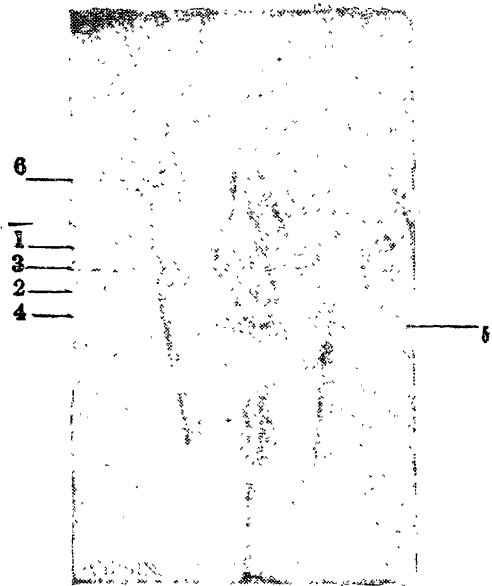
పటము 1.

ఈ పటములో క్రింది భాగము యోనికుహరము, పైభాగము గర్భసంచి, బీజవాహిని, బీజగ్రంథి.

(1) గర్భసంచి యొక్క ముఖము గ్రీవము. దీని క్రింది భాగమునందు కనబడు రంధ్రమే గర్భద్వారము (2) బీజగ్రంథికి గర్భసంచికి మధ్యబంధము. (3) బీజవాహిని, దీని తుదిభాగము వికసించిన పూవుమాదిరి వుంది. (5) (6) (7) (8) బీజగ్రంథి, దానిలోని బీజోత్పత్తి విశేషములు. (9) బీజవాహిని తుది భాగము లోని వ్రేళ్ళలో నొకదానిని బీజగ్రంథి అనుకొనివున్నది.

ఆరోగ్యవంతురాలైన స్త్రీలో రజస్వల అయినప్పటి నుంచి బహిష్ట ఎండిపోయే కాలమువరకు ప్రతినెల బహిష్ట అయే రోజుకు 14 రోజులుముందు ఒక బీజగ్రంథి నుండి ఒక బీజము పుడుతుంది. ఒక పద్ధతి ననుసరించి నెలసరిగా జరిగే ఋతు స్రావమును పిట్ట్యుటరీ (Pituitary), ఓవరీ (Ovary) హోర్మోన్లు (Hormones) నియంత్రింప చేస్తాయి.

ప్రథమ రజస్వల అయిన వయసునుండి బహిష్ట ఎండిపోయే వయసు వరకు ప్రతి 28, 30 రోజులలో 3 - 4 రోజుల పాటు ఋతుస్రావము జరుగుతుంది.



పటము - 2

స్త్రీ ఉత్పత్తి అవయవములు (బాహ్యస్థితములు)

- (1) బాహ్యోష్ఠము, (2) అంతర్యోష్ఠము, (3) మూత్రద్వారము (4) యోనిద్వారము (5) పటలము (చేదము కానిది) (6) శిశ్నాంకము

పురుషునినుంచి వచ్చే పురుషబీజము, స్త్రీబీజముతో కలిసిపోవడాన్నే గర్భధారణ మంటారు. ఇట్టి గర్భధారణ ఒక క్రొత్త జీవం ఉద్భవించడానికి కారణమౌతుంది. ఋతుస్రావ చక్రంలో 10-18. రోజుల మధ్య సాధారణంగా స్త్రీలు గర్భంధరిస్తారు. ఈ సారభూత బీజము (Fertilised ovum) బీజవాహికలో ప్రయాణం చేసేటప్పుడు పదే పదే విభాగం పొందుతూ గర్భకోశంలో మొలకల ఆధారంతో తల్లియొక్క రక్త నాళాలతో సంబంధం ఏర్పరచుకొనుటవలన మావి (Placenta) ఏర్పడుతుంది.

ఈ మావిలోనుండి పిండానికి రక్తప్రసరణ బౌద్ధుతాడు ద్వారా లభించి పిండానికి కావలసిన పోషక పదార్థాలు అందుతూ ఉండగా, పిండం శిశువుగా పెరుగుతుంది.

ఒకప్పుడు ఈ మంచి అసాధారణంగా పెరిగి గర్భధారణకు ప్రమాదం కలిగించవచ్చు. ఉమ్మ నీరుగల సంపీలో పిండం సులభంగా కడులుతూ హానిలేకుండా పెరగడానికి ఉమ్మనీరు సహాయం చేస్తుంది. ప్రసవ సమయంలో కూడా ఈ ఉమ్మనీరు సహాయపడుతుంది.

గర్భధారణ జరిగిన నాలుగు వారములకు పిండం 25 సెం. మీ. పొడవుండి, సుమారు పావురం గుడ్డు మాదిరిగా కనిపిస్తుంది. సాధారణ గర్భధారణ కాలము 40 వారాలు. అప్పటికి పిండం పొడవు 50.8 సెం.మీ. (20అం.), బరువు 31.90 గ్రా. (7 పౌనులు) సాధారణంగా ఉంటుంది.

ప్రసూతి (కానుపు) జరిగిన తరువాత శిశువు రక్తప్రసరణలో కొన్ని మార్పులు వస్తాయి. అప్పుడు బొడ్డుతాడు కత్తిరించిన వెంటనే శిశువుయొక్క శ్వాసకోశం పని చేయడం ప్రారంభిస్తుంది.

శిశువు పుట్టినప్పుడు తం, మృదులములగు ఎముకలతో ఏర్పడి యుండుట వలన, మెత్తగా ఉంటుంది. అందుచేత ప్రసవసమయంలో తల్లి యొక్క శ్రోణికూప ద్వారములోనుంచి సర్దు కుంటూ క్రమేపి తల బయటికి త్రోవచేసుకొని వస్తుంది. సాధారణంగా 96 శాతం పరిస్థితులలో తలయే ముందుగా కనపడుతూ శిశువు ఉదయిస్తుంది. కాని కొన్ని అసాధారణ సందర్భాలలో ముఖంగానీ, భుజంగానీ, పిర్రలుగానీ, ముందుగా కనపడుతూ ఉదయించడం కూడ కలదు. ఆ సందర్భాలలో తల్లికి ప్రమాదం కలుగవచ్చును.

**గర్భధారణ వల్ల శరీరంలో మార్పులు :-**

గర్భధారణ కాలంలో శరీరంలో ప్రతి నాడీ తంతువు ప్రతి అంగము స్పందిస్తాయి. పునరుత్పత్తి అవయవాలలో అప్పటి మార్పులు గమనించదగివి. పెరుగుతున్న పిండానికి ఆహారమివ్వడానికి, దాని రక్షణకు అవకాశం కల్పించడానికి కోశం,

పెరుగుతుంది. పరిమాణంలో అది 8" × 2" × 1" నుండి 12" × 9" × 8" వరకును, బరువులో 2 బౌన్సుల నుండి 2 పౌన్లవరకును పెరుగుతుంది. మూడు పౌరలుగా ఉన్న గర్భసంచియొక్క గోడ పెరుగుతుంది. బహిర్గతద్వారం (Os) వ్యాకోచించడానికి, క్రిందికి సాగడానికి లోపలి వృత్తాకార తంతువులు అవకాశ మిస్తాయి. ప్రసవ సమయంలో రక్తస్రావాన్ని, ఆరికట్టడానికిగాను మధ్యపటలము ముడుచుకొని, రక్త నాళాలను సంకోచింప చేస్తుంది. పైనున్న పొడవగు పటలము ముడుచుకొని తగ్గడం వల్ల క్రిందిభాగం పలుచబడి గర్భకోశం మూతి తెరవడానికి సహాయ పడుతుంది.

గర్భకోశం క్రమంగా పెరగడం వల్ల దాని పరిమాణమును బట్టి గర్భధారణ కాలాన్ని అంచనా వేయవచ్చు. 12 వారాలదాకా అది శ్రోణికూపం (Pelvis) లోనే ఉంటుంది. తరువాత కడుపులో ప్రవేశించి 36 వారాలకు ఛాతిమట్టానికి చేరు కుంటుంది. 40 వారములకు కొంత క్రిందకు జారుతుంది.

యోనికుహరం అతిగా పెరుగుతుంది. గర్భధారణకు అవసరమైన అవయవాలు, స్తనాలు, గర్భధారణ హార్మోనుల వల్ల గ్రంథులు పెరిగి విస్తరిస్తాయి. చర్మం సాగుతుంది. అందుచేత చర్మం మీద పగుళ్లు లేదా చారలు ఏర్పడతాయి. కానుపు తరువాత కూడా, అవి అలాగే ఉండి పోవచ్చు. రక్తపరిమాణం ఎక్కువ అవుతుంది. గుండెకాయ ఆదనంగా పనిచేయ వలసిన అవసరం కలుగుతుంది. ఊపిరితిత్తులు కొంచెం ఎగబడతాయి.

అయినా రక్తంపోటులో మార్పు ఉండదు. పెరుగుతున్న గర్భకోశం, మూత్రకోశం మీద కలిగించే ఒత్తిడివల్ల మొదటి వారాలలో ఎక్కువ సార్లు మూత్రం విసర్జన చేయవచ్చు.

గర్భధారణ ఫలితంగా శ్రీ యొక్క మొత్తం రూపమే మారిపోతుంది. నడకలో మార్పు ఉండ

వచ్చు. గర్భధారణమప్పుడు కాల్షియం (Calcium) తోపాటు ఎముకల, పండ్లు, దెబ్బతిన వచ్చు. మానసిక పరివర్తనం వల్ల ఉద్రేకం కలగ వచ్చు. కడుపులో పెరుగుతున్న పిండపు అవసరాలను పురస్కరించుకొని సాధారణ అధిజీవనక్రియ (Metabolism) ఎక్కువ అవుతుంది. అందుకోసం ఆహారంలో 2400 కేలరీలు ఎక్కువ సరఫరా చేయవలసి ఉంటుంది.

గర్భవతులలో కొద్దిగా కాళ్ళవాపు సామాన్యంగా కనబడుతుంది. అది ఎక్కువ కావడం ఒక అసాధారణ చిహ్నము. వాతరోగము, రక్తహీనత మొదలైన రోగాలు గర్భిణికి కలగవచ్చు.

గర్భధారణ సమయంలో ఆహారం ఎక్కువగా ఇవ్వవలసి ఉంటుంది. బలవర్ధక పదార్థాల స్థాయి పెరిగిన కొద్దీ గర్భస్రావాలు, పుట్టక ముందే పిల్లలు పోవడం, మొదలైనవి తక్కువ అవుతాయి. గర్భవతి తీసుకొన్న ఆహారం అనేక విధాల ఉపయోగపడుతుంది. కడుపులో పెరిగే బిడ్డకు, తల్లి ఆరోగ్యరక్షణకు కానుపు సమయంలో అవసరమైన శరీరబలాన్ని దార్ధ్యాన్ని పెంపొందించడానికి, పురుడు పోసుకున్న తరువాత తల్లిపాలు ఎక్కువ కావడానికి ఈ ఆదనపు ఆహారం సాయపడుతుంది. కాబట్టి ఎక్కువగా ప్రోటీన్లు (Proteins) గల ఆహారం-పాలు, కోడిగుడ్డు, చేపలు మొదలైనవి తీసుకోవాలి. కొన్ని ఖనిజాలు (Minerals) విధిగా యివ్వాలి. ముఖ్యంగా హేమోగ్లోబిన్ (Haemoglobin) ఏర్పరచే ఇనుము (Iron), రక్తకణాలను ఏర్పరచే ఫోలిక్ ఆసిడ్ (Folic acid) రోజూ ఇవ్వాలి. ఇవికాక కాల్షియం (Calcium), ఎ, బి, సి, డి, ఇ విటమిన్లు (Vitamins), పండ్లు, కూరగాయలు, ఆకు కూరలు అవసర మౌతాయి.

**గర్భధారణ లక్షణాలు :-**

వేచుకు, స్తనాలలోను, గర్భకోశంలోను

మార్పులు మొదలైన లక్షణాలు గర్భధారణను స్పష్టంగా సూచిస్తాయి.

మాతాశిశువుల రక్షణకోసం ప్రసవమునకు పూర్వం జాగ్రత్తలు తీసుకోవడం చాలా అవసరం. వీటి ముఖ్యోద్దేశం ఏమిటంటే గర్భధారణ సమయం అంతటిలోనూ గర్భిణి త్రీ ఆరోగ్యంగా ఉండడానికి, ఆరోగ్యముగల బిడ్డను సుఖంగా ప్రసవించడానికి ఈ జాగ్రత్తలు తప్పక తీసుకోవాలి. ఒంటో నలతగా ఉంటే, వెంటనే డాక్టరుచే పరీక్ష చేయించుకోవడం మంచిది. మూత్రము, రక్తపోటు పరీక్ష చేయించుకోవడం అవసరం. బరువు, గర్భం పెరుగుదల నెలకోసారో రెండువారాల కొకసారో చూపించుకోవలసి ఉంటుంది. అవసరమైన ఆహారం తీసుకోవాలి. గర్భిణి త్రీకి యీ విధమైన సంరక్షణ వల్ల గర్భధారణకాలంలో కలిగే రోగాలనూ గర్భిణి త్రీ శిశుమరణ సంఖ్యలనూ భాగా తగ్గించవచ్చు. ఇది ఎంతో అవసరము. సాధారణ ప్రసవములో నొప్పులు ప్రారంభమైన 24 గంటలలో శిశువు సులభముగా జన్మిస్తుంది. ప్రసవసమయం మూడు భాగాలుగా ఏర్పడి ఉంది. మొదటి భాగములో నొప్పులు ప్రారంభమై, శిశువు తల క్రిందికి ఉండేట్లుగా, గర్భకోశము మూతి విడుస్తుంది. రెండో భాగములో శిశువు ఇంకా క్రిందకు జరిగి గర్భకోశమార్గం ద్వారా బయటికి వస్తుంది. మూడో భాగంలో మావి, గర్భకోశమునుండి వేరుపడి బయటికి జారుతుంది. ఈ సమయములో రక్తస్రావము 3-4 టేబుల్ కన్న ఎక్కువ కాకూడదు. ఈ ప్రసవ సమయమందు, ఆ మూడు భాగాలలోను నొప్పిని నివారించడానికి, చీమపట్టుట (Septic) జరుగకుండా చేయడానికి డాక్టరు గానీ, మిడ్ వైఫ్ (మంత్రసాని) గానీ అనుకూలమైన చర్యలు తీసుకోవలెను.

ప్రసవంకోసం ఇంటివద్దనైనా ఆసుపత్రిలోనైనా ఏర్పాట్లు ముందుగానే చేసి ఉంచుకోవలెను.



పుట్టిన వెంటనే బిడ్డయొక్క శుభ్రతకొంకు సంతక్షణకొంకు ఏర్పాటుచేసి ఉంచుకోవలెను.

**గర్భధారణ సమయాల్లోనూ, కానుపులోనూ, తటస్థించుటకు అవకాశంగల కొన్ని క్లిష్టతలు (Complications of Pregnancy and labour) :**

ఇంతవరకు సాధారణ గర్భవతి యొక్క ప్రసవ సమయంలో మాతాశిశువుల సంతక్షణ గురించి చెప్పబడింది. మొదటి మూడు మాసములలో గర్భవతికి కలుగు క్లిష్టతలలో సామాన్యంగా గర్భ స్రావము, విపరీతపు వేచిళ్ళు, గ్రుడ్ల గర్భము (Vesicular mole) ఉండవచ్చును. ఒక్కొక్కప్పుడు గర్భకోశములో కొకుండా ఇతర స్థలములలో అంటే గర్భకోశ నాళికలోగానీ, అండకోశములోగానీ, స్థానాంతర గర్భం (Ectopic pregnancy) కలుగవచ్చు. ఆరవమాసం దాటిన తరువాత ఇంకా కొన్ని క్లిష్టతలు కలగవచ్చును.

అప్పుడు కాళ్ళు ముఖమువారి, మూత్రము ఆగిపోయి రక్తపోటు పెచ్చి సొమ్మ (మూర్చ)లు కూడా సంభవింపవచ్చును. వీటిని సమ, స్థానాంతర గర్భకాలీయ విషమతలు (Toxaemias of pregnancy and eclampsia) అంటారు. కొంత మందికి మాసములు నిండకమునుపే, నొప్పులు రాక మునుపే, రక్తస్రావము జరగవచ్చును. కొంత మందికి ప్రసవమైన వెంటనే అధిక రక్తస్రావము కలగవచ్చును. ఇవి చాలా ప్రమాదకరములు; వానివలన తల్లికి బిడ్డకూ ప్రాణాపాయము కలగ వచ్చును. అందువల్ల ఇట్టి సూచనలు ఏవైనా కనిపించిన వెంటనే డాక్టరుచేత పరీక్ష జరిపించు కొని తగు చికిత్స చేయించుకోవలెను. కొంతమందికి

శ్రోణికూపము చిన్నదై బిడ్డ పెద్దదై ప్రసవమునకు అంతరాయము కలిగి శిశువు క్రిందికి జరగలేక గర్భకోశము పగిలే ప్రమాదము (Rupture uterus) ఏర్పడి, తల్లి మరణానికి ఇది ముఖ్యమైన కారణంకావచ్చు. గర్భసమయంలో కూపస్థల పరీక్షల వల్ల ఈ పరిస్థితిని కనుగొని తల్లిని రక్షించవచ్చును. ఉయ్య్యాధి, హృద్రోగము, మధుమేహము గల స్త్రీలు కూడ గర్భవతులు కావచ్చును. వారికి ప్రత్యేకమైన సంతక్షణ చేసి తల్లిశి, శిశువుకూ హానిలేకుండా కానుపు జరుపవచ్చును. గర్భాశయములో కొందరు స్త్రీలకు కంతులు ఉండవచ్చును. వాటితో కూడ గర్భము ధరించవచ్చును. ఇట్టి వారికి ప్రత్యేకమైన సంతక్షణ చేసి సుఖంగా కానుపు చేసే అవకాశం ఉంది పైన ఉపహరించిన వ్యాధులను కనిపెట్టుటకొరకు గర్భవతి ఆయనవెంటనే సకాలములో సరియైన వైద్యసలహా పొందినచో, కానుపు సుఖంగా జరుగుటకు వీలగును. ఇటువంటి మాతా శిశువుల సంతక్షణవల్ల తల్లియొక్క, బిడ్డయొక్క మరణావకాశములు తగ్గించవచ్చును.

ఆధునికకాలముననే గాదు, ప్రాచీనకాలము నుండియు గర్భిణీల రక్షణను, ప్రసూతిని తగు పరిసరములను ఏర్పరచుటకు చర్యలు తీసుకొనబడుచుండినట్లుల సారస్వతము వంన తెలియవచ్చుచున్నది. వ్యాస మహాభారతమున అశ్వమేధ షర్వమందలి 67వ అధ్యాయం 31-7 శ్లోకములందు సూతికాగృహవర్ధన కన్పడును. [Ref: V.M. Bedeker's essay in the Annals of the Bhandarkar Oriental Research Institute, Vol. XLV (I-IV)].

డా॥ కామేశ్వరీ దేవి.

# 133. స్త్రీ పురుష జననావయవములు, వాని శారీర క్రియా విజ్ఞానము; పునరుత్పత్తి వ్యాధులు; జన్యు సంప్రాప్త వ్యాధులు

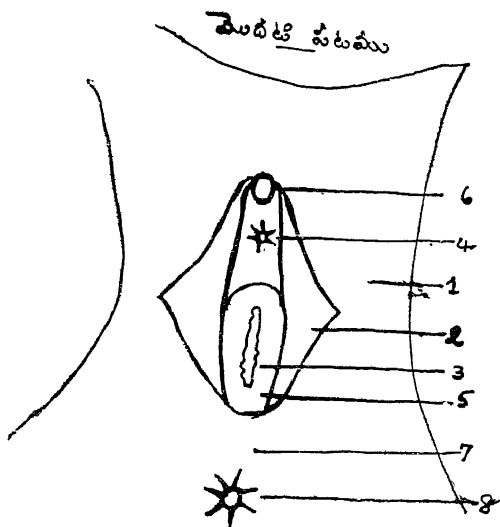
(Anatomy and Physiology of Female and Male Sex organs; Reproduction; Diseases; Genetic diseases.)

దేశ సౌభాగ్యానికి, నాగరికతకు, సంస్కృతికి దేశములోని ప్రజాసామాన్యము యొక్క ఆరోగ్య సంతోష సుఖజీవితమే నిదర్శనము. అందులోనూ, మాతాశిశువుల ఆరోగ్యము దేశపురోభివృద్ధికి యెంతైనా అవసరము. శిశువులు ఆరోగ్యముగా నుండుటకు స్త్రీ పురుష జననావయవముల శారీరక క్రియా విజ్ఞానము, సర్వజనులకు లభ్యము కావలెను. మనయందరి ఆరోగ్యము, మనసంతతి ఆరోగ్యము, భవిష్యత్తుకూడ దీనిపై నాధారపడి యున్నవి. మానవజాతి పునరుత్పత్తికి స్త్రీపురుషుల అవసరము.

## I. స్త్రీ జననావయవములు :

1. బాహ్యజననావయవములు.
2. అంతర్జననావయవములని రెండు భాగములుగా ఇవి విభజింపబడినవి.

## బాహ్యజననావయవములు:



స్త్రీ బాహ్యజననావయవములు

## మొదటి పటము

1. బాహ్యోష్ణము (Labia Majora)
2. అంతర్యోష్ణము. (Labia Minora)
3. యోనిద్వారము (Entrance to Vagina)
4. మూత్రద్వారము (Entrance to Urethra)
5. యోనిపటలము (Hymen)
6. శిశ్నాంకము (Clitoris)
7. విటపము (Perineum)
8. మలద్వారము లేక అనవము (Anus)

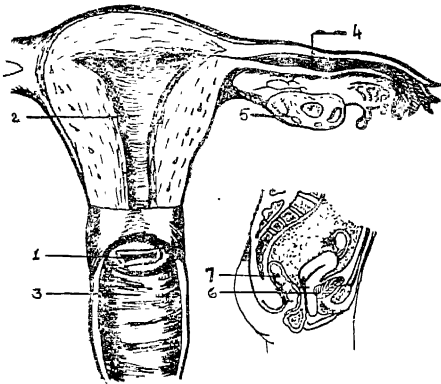
పైపటపు వివరణలో తెలిసిన వాని నన్నింటిని కలిపి భగము లేక భగస్థలమందురు.

## భగములోని అవయవ శారీరక క్రియ

భగమున యోనిద్వారమును, మూత్రద్వారమును చేరియుండును. ఈ రెండు ద్వారముల ద్వారా గర్భ కోశమునకున్నూ, మూత్రకోశమునకున్నూ, దారి ఏర్పడుచున్నది. యోనిమార్గము విహిష్టు జరుగుట కున్నూ, స్త్రీ పురుష సంపర్కమునకున్నూ, శిశువు జన్మించుట కున్నూ, మార్గమై యున్నది. మూత్రద్వారము గుండా మూత్రకోశము నుండి మూత్రము వెలువడును. యోనిమార్గపు ద్వారము, మొట్ట మొదట యోనిపటలము (Hymen) అనెడు మెత్తని పొరచే కప్పబడి యుండును. ఆ పొర, మొదట స్త్రీ పురుష సంపర్కములో కొద్దిగాను, మొదటి కాన్పులో ఎక్కువగాను చినిగిపోవును. స్త్రీ పురుష సంపర్కమునకు ఉపయోగపడుట వలన భగస్థల మందు కొన్ని వ్యాధులు కలుగవచ్చును. గనోరియా, సవాయిరోగము, సుఖవ్యాధులు యిట్టివే. ఇతర రకముల కురుపులు, పుట్టకురుపు (Cancer) జబ్బు

కూడ రావచ్చును. మూత్రద్వారము గుండా రక రకముల క్రిములు మూత్రాశయము (Bladder) లోనికి, మూత్రపిండముల (kidneys) లోనికి చొరబడి చీము పట్టించు వ్యాధులను కలుగజేయ వచ్చును.

## II. శ్రీ అంతర్జననావయవములు. ఇందు లోని భాగములు :-



రెండవ పటము

### శ్రీ అంతర్జననావయవములు

1. గర్భకోశపు కంఠభాగము (Cervix)
2. గర్భకోశపు కుహరము (Uterine cavity)
3. యోని కుహరము (Vaginal cavity)
4. బీజవాహినులు లేక అండాశయములు (Uterine tubes)
5. బీజగ్రంథులు లేక అండాశయములు (Ovaries)
6. మూత్రాశయము (Bladder)
7. మలాశయము (Rectum)

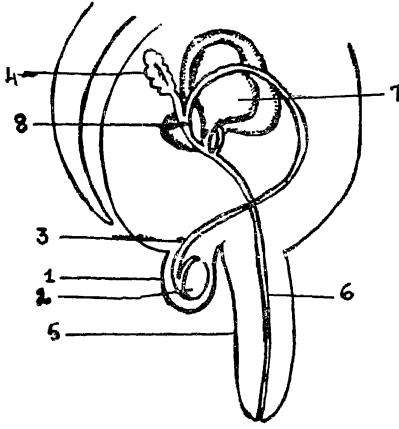
పై పటపు వివరణలో తెలిపిన అవయవములు, శోణికూపము (Bony pelvic) అను ఎముకల గూడులో యిమిడించబడి యున్నవి.

ఆడశిశువు పుట్టినప్పుడే యీ అవయవము లన్నిటిని కలిగి యుండును. ఆ శిశువు క్రిమముగా

పెరుగును. శరీరము పెరుగుటకు పిట్యూటరీ (Pituitary) అను అంతర్గ్రంథి తోడ్పడును. ఈ అంతర్గ్రంథి మెదడుయొక్క క్రింది భాగమున అమర్చబడి యున్నది. ఆడపిల్లకు 18 లేక 14 సంవత్సరముల వయసు వచ్చినప్పుడే పిట్యూటరీ గ్రంథిలో కొన్ని నూతన అంతర్గ్రంథి వస్తువులు లేర్పడును. ఇవి జననావయవములను పెంపొందింప జేయును. వీటి సహాయము వలన బీజగ్రంథులు లేక అండాశయములు పెరిగి యింకా కొన్ని మార్పులుచెందును. అప్పుడు అండాశయము నుండి రెండు అంతర్గ్రంథి ములు ఏర్పడును. వీటిని ఈస్ట్రోజెన్సు (oestrogens), ప్రోజెస్టరోన్స్ (Progestarones) అని అందురు. ఈ ద్రవములవలన గర్భకోశము, అండాశయములు, యోనిమార్గము, భగస్థలము, స్తనములు, పెరిగి పెంపొందును. ఈ మార్పులు కలిగి నప్పుడు అండాశయమునుండి, సుమారు నాల్గు వారములకు (28 లేక 30 దినములకు) ఒకసారి, ఒక అండము ఏర్పడి యెదిగి వెలువడుట (ovulation) జరుగును. ఈ అండము పురుషబీజముతో కలిసినపుడు పిండోత్పత్తియగును. అటుల కలియని యెడల గర్భకోశములోనున్న పౌర వీడిపోయి తుత్తు నియలై, రక్తముతో కూడ బయల్పడును. ఇట్లు బయటికి స్రవించు రక్తముతో కూడిన పౌరయొక్క తునుకలకు బహిష్టు అని పేరు. రజస్వల అయిన వెంటనే గర్భధారణము సాధారణముగా కలుగదు. రెండు మూడు సంవత్సరముల వరకు జననావయవములు క్రమంగా పెరిగి పరిపక్వమును చెందుచునే ఉండును.

బహిష్టు సమయమున కొన్ని అంటువ్యాధులు శరీరములో ప్రవేశింప వచ్చును. ఋతుధర్మము సరియైన పద్ధతిని జరుగనియెడల కూడ కొన్ని వ్యాధులు కలుగవచ్చును.

### III. పురుష జననావయవములు :



మూడవ పటము

పురుష జననావయవములు

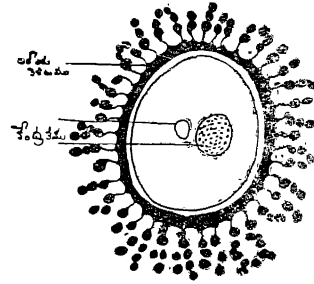
1. స్కృతము (Scrotum)
2. బీజగ్రంథి (Testis)
3. బీజనాహిని (Vas Jefeferens)
4. వీర్యగ్రంథి (Seminal vesicle)
5. మేధము (Penis)
6. మూత్రనాళము (Urethra)
7. మూత్రాశయము Bladder)
8. వీర్యగ్రంథినాళము (Vas Deferens)

మగ శిశువు పుట్టినప్పుడే, పై పటపు వివరణలో తెల్పిన అవయవములతో పుట్టును. 15 లేక 18 సంవత్సరముల వయస్సులో పిట్టూటరీ అనే అంతర్గ్రంథి వలన, స్త్రీ శిశువులో వలెనే, జననావయవములు పురుషుని యందుకూడ యేర్పడును. ఈ వయస్సులో బీజగ్రంథిలో వీర్యకణము లేర్పడును. ఇవి కొన్ని కోట్ల లెక్కలో పుట్టి యేర్పడును. రోజూ కొన్ని యేడుగురూ పురుష జననావయవములో పరిపక్వము పొందును. ఇట్లు 15 లేక 16 సంవత్సరముల వయస్సు నుండి సుమారు 70 లేక 75 సంవత్సరముల వయస్సు వరకు పురుష బీజములు తృప్తి యగును. కాని స్త్రీ యందు 14 సంవత్సరముల నుండి 40 లేక 45 సంవత్సరముల వరకే అండములు ఉత్పత్తి యగును. స్త్రీలకు పురుషులకు మధ్యయున్న యీ భేదమును మనము గుర్తించవలెను.

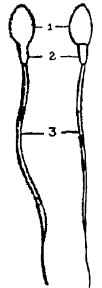
రముల నుండి 40 లేక 45 సంవత్సరముల వరకే అండములు ఉత్పత్తి యగును. స్త్రీలకు పురుషులకు మధ్యయున్న యీ భేదమును మనము గుర్తించవలెను.

### బీజములు :

నర్గవ పటము  
స్త్రీ బీజము



పురుష బీజము  
A B



1. తల (Head)
2. మెడ (Neck)
3. తోక (Tail)

**స్త్రీ బీజము (ovum):** ఇది  $\frac{1}{48}$  సెంటిమీటరు ప్రమాణము కలది. ఇది గ్రుడ్డువలె నుండి పురుష బీజముకన్న మూడు రెట్లు పెద్దది. ఇది ఒక శీలకము (cell). కాని శరీరములోని యితర శీలకముల కన్న పెద్దది. దీనికి స్వతః కదలిపోవు శక్తిలేదు.

**పురుష బీజము (spermatozoon):** ఇది  $\frac{1}{120}$  సెంటిమీటరు ప్రమాణము కలది. దీనికి ఒక తల, మెడ, తోక యుండును. ఈ తోకయుండుట వలన ఈ బీజములు పురుష జననావయవములలో నున్నట్టియు, స్త్రీ జననావయవములలో నున్నట్టియు ద్రవములలో అతిసులువుగ ఈదగలవు.

### IV. స్త్రీ పురుష బీజముల కలయిక (Fertilisation):

సంభోగకాలములో పురుషవీర్యము యోనికుహరములోనికి ప్రవించును. మన నోటిలో లాలాజలము

(saliva) వలె గర్భకోశములోను, గర్భకోశపు కంఠభాగములోను, యోనికుహరములోను, సహజముగా స్రవించు ద్రవములు ఉన్నవి. వీర్యములోని పురుష బీజములు యీ ద్రవములో ఎదురీది లోపలికి పోగలవు. శ్రీ యొక్క యోనికుహరములోని ద్రవము ఆమ్లము (Acid) గాను, వీర్యములోని ద్రవము షారము (Alkaline)గాను ఉండుటవలన, యోనికుహరపు ద్రవము పురుషకణములను స్తంభింపజేసి పైకి ఈడకుండాచేయును. అందువలన కొట్ట సంఖ్యలో బయటదేరినను-కొద్దివందల పురుష బీజములు మాత్రమే గర్భకోశములోనుంచి అండనాళమును చేరకలుగుచున్నవి అచ్చట అండాశయము నుండి వెలువడిన శ్రీబీజమును ఒక్కపురుషబీజము మాత్రమే కలుసుకొనును. అండము కలియు ప్రయత్నమునకే ఇన్ని కొట్ట పురుషబీజములు పుట్టుచున్నవి. కాని వాటిలో ఎక్కువ సామర్థ్యము కలిగిన పురుషబీజమే తుదకు గెలుపొందును.

## V. పిండోత్పత్తి (Development of Foetus):

శ్రీ యొక్క అండాశయమునుండి నెలకొక్కటి చొప్పున అండములు వెలువడును. ఒక్కొక్కప్పుడు రెండు లేక మూడు అండములు వెలువడినప్పుడు కవల పిల్లలకు, లేక మూడు నాలుగు పిల్లలు ఒకే సారి పుట్టుటకు అవకాశము కలుగును. సాధారణముగా మానవేతర జంతుజాతులందు యీ విధముగా ఒక్కటికన్న ఎక్కువ పిండములు ఉత్పత్తియగుట సర్వసాధారణము. అండము వెలువడు కాలము ఒక బహిష్టునకు తరువాత బహిష్టు మధ్యకాలము అనగా 28 రోజులకు బహిష్టు జరిగినయెడల అండము 18 లేక 14వ రోజున బయల్పడును. ఈ అండము అండనాళపు చివరిభాగమున పురుష బీజముతో కలియును. ఇట్టి కలయిక వలన పునరుత్పత్తిక కలిగిన ఏకైక అణువు యేర్పడును.

శ్రీ బీజము, పురుష బీజము అణువులే. ఈ రెండణువులు కలసి ఒక అణువుగా మారును. ఈ కలయిక (Fertilisation) వలన ఒక సంయుక్తబీజము (Zygote) యేర్పడును. దీనినే కలియము అని కూడ అందురు.

ఇట్లు శ్రీ పురుష బీజముల కలయిక వలన నేర్పడిన భ్రూణము (Embryo) గర్భకోశములో ప్రవేశించి అచ్చట పెరుగును. ఈ పెరుగుదల గడువు 9 మాసముల 7 రోజులు, లేక 280 రోజులు, లేక 40 వారములు. ఈ సమయమున గర్భకోశపు కండరములు పెరుగును. ఈ పెరుగుదలకు అంతర్ద్రవములు-ఈ స్త్రజెన్సు, ప్రోజెస్టరోన్స్-ఆవసరము. ఇవి మొదట అండాశయములో నుండి పుట్టును. గర్భము ఎదుగుకొంది మావి (Placenta) అను నొక క్రొత్త ఆవయవము ఏర్పడును. ఇది గర్భకోశపు లోపలి పొరలో గర్భకోశము నానుకొని యుండును. ఈ మావిలో కూడ ఈస్ట్రజెన్సు, ప్రోజెస్టరోన్స్ ఉత్పత్తియగును. పిండము పూర్తిగా పెరిగినప్పుడు 9 కిలోగ్రాములు లేక 6 పౌనుల బరువు కలిగి యుండును. మావి ఒక పౌను, లేదా 5 0 గ్రాముల బరువుగా యుండును.

## VI. మావి నిర్వహించు శారీరకవృత్తి :

బిడ్డను తల్లితో సంధించి యుంచునది మావి. ఇది తల్లి రక్తమునుండి బిడ్డకు కావలసిన ఆహార పదార్థములను (మాంసకృత్తులు, పిండిపదార్థములు, క్రొవ్యుపదార్థములు, విటమిన్లు, ఖనిజలవణములు ఎన్జైములు మొదలైన వానిని), ప్రాణవాయువు మొదలైన వానిని సరఫరా చేయును. బిడ్డనుండి బొగ్గుపులుసు వాయువు తదితర విష పదార్థములను తల్లి రక్తప్రవాహములోకి పంపును. తల్లికిని, బిడ్డకును ఆవసరములైన ఈస్ట్రజెన్సు, ప్రోజెస్టరోన్సు, ఇంకను మరికొన్ని అంతర్ద్రవములును మావిలోనే ఏర్పడును. ఇందువలన తల్లియొక్క శారీర

క్రియావిధానము మారును. తల్లి, మంచి ఆరోగ్యములో నుండకున్నచో, తద్వారా బిడ్డకూడ దెబ్బ తినును. ఆనారోగ్యవంతులై రక్తహీనతకల తల్లులు గర్భము ధరించుటవలన తల్లికిని బిడ్డకును హాని కలుగును. మాతాశిశు మరణములు ఈ కారణమువలన కలుగును. వీటిని నివారించుట యెంతయు అవసరము.

### స్తనములు-వాని శారీరక వృత్తి :

స్త్రీకి స్తనములు రజస్వలగుటకు ముందు నుండియే పెరుగుచుండును. అవి గర్భధారణ సమయములో, ఈస్ట్రజేన్సు, ప్రోజెస్టరోన్సు అనువాని వలన, బాగుగా ఎదిగి పాలుపడుటకు వీలుగా ఏర్పడును. బిడ్డను ప్రసవించిన తరువాత మూడవ నాడు పిట్టూటరీ గ్రంథిలో ప్రొలాక్టిన్ (Prolactin) అను అంతర్గ్రహము ఏర్పడి చానిప్రభావము వలన పాలు పడును. తల్లిపాలు బిడ్డకు చాల శ్రేష్ఠము. అది సమీకృతాహారము. దానిలో కావలసిన విటమినులు, ఖనిజలవణములేగాదు; అంటు వ్యాధులను నిరోధింప జేయగల కొన్ని పదార్థములును చేరియుండును. 9 లేక 10 మాసముల తర్వాత తల్లిపాలు మాన్చి యితర ఆహారములను బిడ్డల కివ్వవలెను లేనిచో వారు దుర్బలలై వేర్వేరు వ్యాధులకు గురియగుదురు. 9 మాసముల తరువాత అన్నము, కూరలు, పండ్లు, కోడి గ్రుడ్లు బిడ్డల కివ్వవలెను. ఆవుపాలు, లేక గేడిపాలు కూడ వారికివ్వవలెను.

### స్త్రీ పురుష జననావయవములలో

#### వ్యాధులు :

మిగతా అవయవములలో వలె జననావయవములలో కూడ అనేకములయిన వ్యాధులు కలుగగలవు. అందు కొన్ని ఈ దిగువ వివరింపబడినవి.

1. జననావయవములు జన్మతః సరిగా సృష్టింపబడకుండుట, స్త్రీకి గర్భకోశమును అండాశయమును

లేకుండుట, పురుషులకు బీజగ్రంథి పెరుగకుండుట, గర్భకోశము చిన్నదిగాను, రెండుగా చీలియుండుట, యోని మార్గపు కంఠభాగము మూతబడి పూడిపోవుట.

ఇట్టి పరిస్థితిలో బహిష్టురాదు, రజస్వల కాదు. పురుషులకు బీజోత్పత్తి లేకపోవుట లేదా వాటిసంఖ్య సన్నగిల్లుట జరుగవచ్చును. ఇవి వంధ్యత్వము (గొడూలితనము)నకు కారణములు బాహ్య జననావయవములు బాగుగా పెరుగని యెడల నపున కత్వము కలుగును.

2. స్త్రీ పురుష జననావయవములలో వివిధ క్రిములు ప్రవేశించి చీము పట్టునట్లుచేసి బీజగ్రంథులను పాడుచేసి బీజనాశములను పూడ్చివేయును. అప్పుడు బహిష్టుకాక, వంధ్యత్వము కలుగును. పురుషులకు బీజములు బయట పడక వారికి సంతానము కలుగదు.

3. సుఖ సంబంధమైన వ్యాధులు-గనోరియా, సవాయి రోగము మొదలైనవి - చాలా హాని కరములు. వంధ్యత్వమును ఇవి కలుగ చేయును.

4. అంతర్గ్రహములు క్రమము తప్పుటవలన ఋతుధర్మము మారుట, బహిష్టు రాకపోవుట, క్రమము తగ్గుట, పొచ్చుట మొదలైనవి.

5. స్త్రీ పురుష జననావయవములలో కంటులు పెరుగుట.

6. కేన్సరు వ్యాధి వచ్చుట : ఎక్కువ సంతానము కలిగిన వారికి, పరిశుభ్రత లేనివారికి, సుఖ సంబంధమైన వ్యాధులు కలవారికిని బాల్యవివాహములు చేసికొనినవారికిని కూడ యీ వ్యాధి వచ్చును.

పునరుత్పత్తిక్రియలో స్త్రీ పురుషులకు ఇర్వరకును బాధ్యత కలదు. కనుక ఎవరి ఆరోగ్యము పారైనను సంతానము కలుగకపోవచ్చును. స్త్రీ బాధ్యత యెక్కువగా నున్నందున ఆమెకు కలిగిన సంతానము నష్టము కావచ్చును. కనుక వయసు

వచ్చు సమయమున ఆడపిల్లలకుగానీ మగపిల్లలకు గానీ యేవైన అవకతవకలు కన్పించిన వైద్య సలహా పొందవలెను. గర్భిణీశ్రీ మొదటినుండి వైద్యసలహా పొందవలెను. బాల్య వివాహములు హానికరములు. చిన్న వయస్సులోను, వయస్సు మీరిన తరువాతను గర్భధారణ హానికరము. 2,500వ సంవత్సరములకు పూర్వము సుశ్రుతుడను భారతీయ వైద్యశాస్త్ర రచయిత కూడ, బాలికలకు 16 సంవత్సరముల లోపలను, పురుషులకు 25 సంవత్సరముల లోపలను సంతానము హానికరమని చెప్పెను.

జన్మసంప్రాప్త వ్యాధులు :

శ్రీ పురుష బీజములలో ఆనువంశిక పదార్థములు (Genes) ఉన్నవి. ఈ ఆనువంశిక పదార్థముల ద్వారా కొన్ని వ్యాధులు తరమునుండి తరమునకు వ్యాపించును. ఇట్టివానికి ఉదాహరణలు:

1. ధవళత లేక రంజిత హీనత (Albinism): శరీరములోని వర్ణము లోపించి తెల్లగా నుండును.

2. ఆల్కాప్టోనూరియా (Alkaptonuria) : మూత్రము నలుపుగా మారుట.

3. మధుమేహము (Diabetes Mellitus).

4. రక్తపోటు.

5. పుట్టుకతో మూగచెవుడు (Deaf Mutism).

6. వికలాంగత : ఒక అంగము. ఎక్కువగాను, లేక తక్కువగాను ఉండుట. ఉదా॥ కాలివేళ్ళు గానీ జేతివేళ్ళుగానీ పరిమాణమున తగ్గిగానీ, ఎక్కువగాగానీ ఉండుట, ఆరు వ్రేళ్ళుండుట.

7. మెదడుకు సంబంధించిన వ్యాధులు.

శ్రీ పురుష బీజములద్వారా యిట్లు ఆనువంశికములగు వ్యాధులు కలుగగలవు. తల్లిదండ్రుల యొక్కయు, తాతమ్మత్తల యొక్కయు, శరీరగత విశేషణములు యీ విధముగా-మంచివికొన్ని, చెడ్డవికొన్ని-వంశపారంపర్యముగా వ్యాపింపగ వు. అందువలన దగ్గర సంబంధములు, రక్తసంబంధులలో వివాహములు హానికరములని నిర్ధారణ అగుచున్నది. కనుక భావిపౌరుల ఆరోగ్యనిమిత్తము యీ విషయములు మనము గుర్తుంచుకొనవలయును. చాల చిన్న వయస్సులోను, బాగా ముదిరిన వయస్సులోను చిక్కతాకాపు సంతానము కలుగుటకున్న, ఈ ఆనువంశికమైన మార్పులు కలుగుటకున్న అవకాశముకలదు. కనుక దంపతులుమంచి ఆరోగ్యముగ ఉండి యుక్తవయస్సు కలవారును, రక్త సంబంధము లేనివారును అగుట వారి సంతానము యొక్క శ్రేయమునకు అవసరము.

డా॥ యన్. సుభద్రాదేవి.

## 134. వైద్య శాస్త్ర చరిత్ర

(History of medicine)

రోగాలు, బాధలూ మనిషితోపాడే పుట్టాయి. వాటికి చికిత్స కూడా ఆనాటినుంచీ ఉంది. మనుష్యుల వ్యాధులకు కారణాలు విశాదాదులని భావించడం వల్ల వాటిని తోలివేసే ఉద్దేశాలతో మనిషి

(89)

పుర్రెను గాట్లతోనింపుట (Trephination) రాతి యుగం నాటి మనిషికి తెలుసును. ప్రాచీన కాలంలో వైద్యమూ, ఇంద్రజాలమూ, చేదోడు వాదోడుగా ఉండేవి. మాంత్రిక వైద్యులు (Witch

Doctors) ఇంద్రజాలలో, చేతిబడుల (Sorcery) తో వ్యాధులు నయం చేస్తూ ఉండేవారు. మెసపోటోమియా, ఈజిప్టు, ఇశ్రాయీల్ దేశాలలో వర్తిల్లిన ప్రాచీన నాగరికతలను పరిశీలిస్తే, ప్రాచీన వైద్యం కాస్త పరిచయమవుతుంది. ప్రాచీన ఈజిప్టు దేశీయులు మృతక శేఖరాలను భద్రపరచుట (Mummify) చేసేవారు వాస్తవానికి రాచవీనుగుల (Mummies) సమాధులే పిరమిడ్లు. ఈ విధముగనే వివిధ ప్రాచీన నాగరికతలలో వైద్యశాస్త్రానికి అంకురాలు కన్పడతాయి. వీని అభివృద్ధి ఆయా పరిసరాలను, చారిత్రక పరిణామాలను అనుసరించి పలురీతులుగా సాగుతులన వివిధ వైద్యవిధానాలు రూపొందినవి. వీనిలో అల్లోపతి ఆయుర్వేదము, యూనానీ, సిద్ధ, హామియ పతి విధానాలు నేడు మన పరిసరములలో వ్యాప్తి చెందున్నవి. వీనిలో అల్లోపతి, ప్రపంచమండంతట ఆదరణ పొందుచున్నది. తక్కినవి కొన్ని ప్రత్యేక ప్రాంతములందును, అల్పసంఖ్యాకు లందును మాత్రమే ఆదరణములు. ఆ వివిధ విధానాల చారిత్రక వికసనగతులు ఈ దిగువ క్రమరీతిలో తెలుపబడినవి.

### 1. అల్లోపతి (ఆధునిక వైద్యము)

యూరపునకు నాగరికతను ప్రసాదించిన గ్రీకుల పురాణాలలో నుంచి ఆధునిక వైద్యసంకేతాలు, చాలావరకు పుట్టుకొని వచ్చాయి. రోగోపశమనం (Healing) తో సంబంధమున్న 'పాము'ను గ్రీకు పౌరాణిక దేవత అయిన ఈస్కలేపియస్, చికిత్సా సాధనంగా వాడెడిట. ఆయన కుమార్తెలైన హైజియా (Hygiea), పనాషియా (Panacea) చెరొక వైద్యశాఖకు చిహ్నాలుగా రూపొందారు. ఆధునిక వైద్యశాస్త్ర జనకుడైన హిపో క్రేటిస్ (Hippocrates), ప్రాచీన గ్రీక్ దేశపు వైద్యుడు (Physician). వైద్యుడు తన వృత్తినిర్వహణలో పాటించు నీతినియమాలను స్పష్టముచేయు ఒక శపథమును ఆయన రూపొందించాడు. ప్రతి

వైద్యుడు తన వృత్తిలో ఆదర్శముగ ఈ శపథమును ప్రమాణపూర్వకముగ తీసికొని దానిని పాటించ వలయుననుట అతని కాలమునుండి పరిపాటియైనది. ఆ శపథమే నేడు హిపో క్రేటియ శపథము (Hippocratic Oath) అని ప్రసిద్ధిచెందినది.

గ్రీకుల ప్రాబల్యం తగ్గడంతో రోమన్లు ప్రసిద్ధి తెక్కడం మొదలుపెట్టారు. సిజారియన్ సెక్షన్ ఆపరేషన్ (Caesarian Section Operation) అనగా గర్భవతి యొక్క ఉదరకుడ్యములోనికి అంతశ్చేదన చేసి తద్వారా బిడ్డను వెలికిదీయుట అనేది ప్రక్రియ రోమక పాలకుడగు జూలియస్ సీజర్ కాలమున అమలులోనికి వచ్చినదని అంటారు. రోగానివారక వైద్య (Preventive medicine) శాస్త్రంలో రోమన్లు బాగా పురోగమించారు. నగరమునందలి మురికినీటిని, మలమూత్రాదులను వెలికికొని పోవుటకై భూగర్భ నిర్గమన మార్గాలను వీరు నిర్మింపచేశారు. గాలెన్ అనే ఆయన ప్రసిద్ధ రోమన్ వైద్యుడు. ఆయన రోమక చకవర్తియగు మార్కస్ ఆరేలియస్ వద్ద ఆస్థాన వైద్యుడుగా ఉండేవాడు. కాని మానవ శరీర శాస్త్రం గురించి ఆయన చేసిన బోధనలు దోషభూయిష్టాలు కావడం వల్ల 1200 సంవత్సరాలపాటు వైద్యశాస్త్రం పురోగమించకుండా నిలిచిపోయింది. ఆ తరువాత మధ్య యుగ కాలంలో కూడా వైద్యశాస్త్రం ఏమి పురోగమించలేదని చెప్పవచ్చు. అందువల్లనే మానవ చరిత్రలో ఆ రోజులన్నీ వాస్తవంగా పొద్దుపొడవని దుర్దినాలుగా భావిస్తారు.

పదకొండో శతాబ్దం మొదలు పదిహేనో శతాబ్దం వరకు గడచిన పురాపు రుజ్జీవన (Pre-renaissance) కాలంలో ఇంగ్లాండులోనూ, తక్కిన యూరప్ లోనూ, అనుపతులు మొదటి సారిగా స్థాపించబడినవి. 1084 లో కుస్తురోగులకొరతై లాన్ ఫ్రాంక్ అను నతడు సెయింట్ నికొలాస్ పేరున మొదటి ఆసుపత్రి స్థాపించాడు. ఈ



రోజులలోనే మతము, వైద్యము విడిపోయాయి. పరిశీలన (Observation) కు అధిక ప్రాధాన్యం ఇవ్వాలని సర్ రోజర్ బేకన్ నొక్కి వక్లాజించడం, శాస్త్రీయ దృక్పథాన్ని రేకెత్తించింది.

పదిహేనో శతాబ్దపు సాంస్కృతిక విప్లవాన్ని పునరుజ్జీవనం (Renaissance) అంటారు. ఈ కాలంలో యూరప్ లోని ముఖ్యభూభాగంలో వైద్య శాస్త్రం చిక్కచక్కా పురోగమించింది. సవామేహపు వైద్యానికి పాదరసాన్ని పరాసెల్ సస్ (Paracelsus) మొట్టమొదట ఉపయోగించాడు. శ్రీ జననోద్రియాలమీద కృషిచేసినవాడు ఫాలోపియస్ (Fallopian). మానవ శరీరాన్ని స్వయంగా కోసి (Dissect) చూచి ఆండ్రీయస్ వెసాలియస్ (1514-1564), గాలెన్ బోధలన్నిటినీ తోసివేసి మానవశరీర వ్యవచ్ఛేదన శాస్త్రాని (Anatomy) కి పునాదులు వేశాడు.

17వ శతాబ్దంలో వాన్ లీవెన్ హూక్ భూతఆధము (మైక్రోస్కోప్) ను నిర్మించాడు. సర్ విలియం హార్వే (1578-1657) రక్తప్రసరణరీతిని కనుక్కున్నాడు. కాన్పు కష్టమైనప్పుడు దాన్ని సులువు చెయ్యడానికి వాడే ప్రసూతి శ్రావణము (Obstetric Forceps) ను పీటర్ చాంబర్డిన్ (1560-1631) మొదటి సారిగా ప్రవేశపెట్టాడు. డిజిటాలిస్ Digitalis) తో గుండెజబ్బుకు వైద్యాన్ని 1775 లో విలియం విథరింగ్ ప్రవేశపెట్టాడు. ఎండురోగాని (Scurvy) కి తాజా సున్నం (Fresh Lime) మందు అని 1783 లో జేమ్స్ లిండ్ తెలియ జేశాడు. 18 వ శతాబ్దంలో మహుచినివారకంగా టీకాలు (Vaccination) కనిపెట్టబడుట ఆ శతాబ్దపు చాలా ముఖ్యమైన విప్లవం.

19 వ శతాబ్దంలో శస్త్రచికిత్స సమయంలో పుత్తమందు (Anaesthesia) వాడటం ప్రారంభమైంది. హార్వే వెల్స్ అనే అమెరికా దంత

వైద్యుడు మొదటిసారిగా మత్తు కలిగించడానికి నైట్రస్ ఆక్సైడ్ ను వాడాడు. దానినే హాస వాయువు (Laughing Gas) అని కూడా అంటారు. ఎస్. ఏ. లోని మోర్డన్ ఆనే దంతవైద్యుడు 1846 లో మత్తు మందుగా ఈథర్ (Ether) ఉపయోగించాడు. సర్ జేమ్స్ సింప్సన్ కోరోఫారం కనుక్కున్నాడు. 1853 లో విక్టోరియా మహారాజి తన ప్రసవసందర్భంలో దానిని వాడటానికి అంగీకరించడంలో పుత్తమందు (Anaesthesia) మీద ప్రజలకు విశ్వాసం కుదిరింది. శస్త్ర చికిత్స పురోగమించింది. 19 వ శతాబ్దపు ఉత్తరార్ధంలో, వైద్యశాస్త్రంలో కలకాలం చెప్పుకోదగ్గ అతి ముఖ్యమైన పరిశోధన ఫ్రెంచ్ రసాయన వేత్త లాయీ పాశ్చర్ (1822-1875) చేసినది. వ్యాధులకు సూక్ష్మజీవులతో సంబంధం ఉందని తెలియజేసి పిచ్చికుక్కకాటు (Rabies) కి వ్యాక్సిన్ (టీకామందు) ను పాశ్చర్ తయారుచేశాడు. ఆయన కృషిని అభివృద్ధిపరిచిన వాడు జర్మనీ వాస్తవ్యుడును, సూక్ష్మక్రిమి శాస్త్రవేత్త (Bacteriologist) యునగు రాబర్ట్ కోచ్ (Robert Koch). ఈ ఆవిష్కరణల్ని ఈ విజ్ఞానాన్ని లార్డ్ జోసెఫ్ లిస్టర్ నిత్యోపయోగంలోకి తీసుకొనివచ్చాడు. శస్త్రచికిత్స లోకి ప్రతిఘాతం (Antisepsis) భావాన్ని ప్రవేశపెట్టింది ఆయనే. రోగనివాసానికి, రోగ నిర్ధారణకి అత్యధింగా ఉపయోగించే x - కిరణాల్ని విల్హెమ్ కాన్రెడ్ రౌంట్జన్ (Wilhelm - Konrad Roentgen) కనుగొన్నాడు.

ప్రస్తుత శతాబ్దంలో వైద్యం పరవళ్లు తొక్కుతూ పురోగమిస్తున్నది. 1903 లో వైద్యులకు హృదయశోధని (E.C.G.) ని మొదటిసారిగా ఉపయోగించారు. సవామేహపు పరీక్షకు వాడే వెసర్ మన్ చర్య (Wasserman Reaction) 1906 లో రూపొందింది. 1914 లో ధనుర్వాత నివారక ఔషధం (Antitetanic Serum) వాడకంలోకి

వచ్చింది. ఆషీమ్, జోండెక్ (Aschheim and - Zondek) అను వారలు 1928 లో గర్భనిర్ధారణకి ఒక పరీక్ష (Pregnancy Test) కనుగొన్నారు. ప్రతిజీవకములు (Antibiotics - యాంటిబయోటిక్స్) కనుక్కోనడంతో వైద్యరంగంలో స్వర్ణయుగం మన కాలంలోనే ప్రారంభమైంది. 1929 లో అలెగ్జాండర్ ఫ్లెమింగ్ అను పండితుడు పెనిసిలిన్ కనుగొన్నాడు. 1944 లో క్షయవ్యాధికి స్ట్రెప్టోమైసిన్ మందును వాక్స్మన్ తయారు చేశాడు. టెటాసైక్లిలిన్తోపాటు, అనేక యాంటి బయోటిక్ మందులు వైద్యరంగాన్ని ఇటీవల కాలంలో మంచెత్తి వేశాయి. అవయవాలు అతికించడం (Transplantation of Organs) జన్యు చిహ్నాలను సరియైన వ్యాఖ్యానం ఇవ్వడం (Deciphering of genetic code) వైద్యం ఇటీవల కాలంలో సాధించిన మనవిజయాలు. వైద్య శాస్త్రపు పరిధి అతిత్వరగా ఇంకా ఇంకా విస్తరిస్తున్నాడని ఉంది.

## 2. ఆయుర్వేదం

ఆయుర్వేదం అంటే ప్రాణశాస్త్రం. భగవంతుడు ఇంద్రుని ద్వారా భరద్వాజునికి దానిని బహుశా రించినట్లు చెప్తారు. హిమాలయాలలో అనేక మహద్వర్ష కలుసుకోడం కోసం భరద్వాజుని పంపడం జరిగింది. క్రీస్తు పూర్వం 8వ శతాబ్దంలో జీవించిన అత్రేయుడు వైద్యాన్ని క్రమపద్ధతిలో బోధించాడు. అతని శిష్యుడైన అగ్నివేశుడు ఆ బోధనలను ఒక గ్రంథంగా క్రోడీకరించాడు. ఆ గ్రంథమే చరక సంహితకు మూలాధారమైనది. ప్రాచీన భారతీయ శస్త్రవైద్యుడైన సుశ్రుతుడు కాశీపట్టణానికి చెందినవాడు. ఆయన వ్రాసిన 'సుశ్రుత సంహిత'ను ఆయుర్వేద వైద్యులు ప్రమాణగ్రంథంగా భావిస్తారు. క్రీస్తు పూర్వం 6వ శతాబ్దంలో బౌద్ధకాలం నాటి ప్రసిద్ధ వైద్యుడు జీవకుడు.

మౌర్య చక్రవర్తుల కాలంలో, ముఖ్యంగా చంద్రగుప్తుని (క్రీ. పూ 324-300) కాలంలోనూ, ఆయన మనుమడైన ఆశోకుని (క్రీ.పూ. 272-232) కాలంలోనూ వైద్యశాలలు నెలకొన్నాయి. ఆశోకుడు విదేశాలకు పంపిన బౌద్ధ ప్రచారకులు, తాము సాగించిన మానవ సేవా కృషికి ఆయుర్వేదాన్ని కూడా జోడించారు. వారిలో కాశ్యపుడు, మాతంగుడు, గోబర్ధుడు ప్రసిద్ధులు. వీరిలో కడపటివాడు మింగ్ టై (Ming Ti) చక్రవర్తి పాలన కాలంలో (క్రీ. శ. 58-76) చీనాను సందర్శించాడు.

## 3. యూనానీ

యూనానీ అంటే గ్రీక్ అని అర్థం. యూనానీ వైద్యపద్ధతి ప్రాచీన గ్రీస్ దేశంలో ఆవిర్భవించింది. అటులే తర్వాత కాలంలో ముస్లిములు దానిని ఆదరించారు.

సుప్రసిద్ధ గ్రీకు వైద్యుడైన హిపోక్రటీస్, వైద్యాన్ని ఇంద్రజాలంనుంచి వేరుచేసి వైద్యవృత్తికి నీతి నియమావళి ఏర్పరచాడు. రోమన్ లలో ప్రసిద్ధవైద్యుడు గాలెన్. రోమన్ సామ్రాజ్య పతనానంతరం వైద్యవీతం కాన్స్టాంట్ నోపుల్ కు తరలింది. దానిని తురుష్కులు పట్టుకొన్న తరువాత ఆ వైద్యవిజ్ఞానం ఆరేబియా, పర్షియా దేశాలకు విస్తరించింది. ఆ తరువాత బాగ్దాద్ నగరంలో అబాసిద్ కలీఫాల పోషణలో అది అభివృద్ధి చెందింది. క్రీస్తుశకం 8, 9, శతాబ్దాలలో ఆ వైద్య విధానమున రేజీస్, అవిసెన్నా అనువారు అతిప్రసిద్ధిని ఆర్జించారు.

ముస్లిం దండయాత్రలతోపాటు యూనానీ విధానముకూడ భారతదేశంలో ప్రవేశించి మొగల్ చక్రవర్తుల పోషణలో అభివృద్ధి చెందింది. ఆ పాలనలో అనేక భారతీయ పట్టణాలలో యూనానీ వైద్య పాఠశాలలు, వైద్యశాలలు చాలా వెలిశాయి.

#### 4. సిద్ధవైద్యం.

ఈశ దేశమునను, తత్పరిసరములందును ప్రాచీన కాలమునుండియు వ్యాప్తిలో ఉన్న ఒక విశిష్టవైద్యవిధానాన్ని సిద్ధవైద్యం అంటారు. నంది తేవార్ కు ప్రపథమంగా పరిమళివుడు దీనిని ఉపదేశించినట్లు పురాణగాథలు చెబుతున్నాయి. ఆయన తన ప్రసిద్ధ శిష్యుడైన అగస్త్యునికి బోధించాడు.

చారిత్రకంగా చూస్తే ఈ సిద్ధవైద్యం సింధు నాగరికత నాటిది. వేల సంవత్సరాల క్రిందటనే 'సంగం' అను పేరుతో వ్యవహృతాలయ్యే పండిత మండలులు తమిళదేశమున ఉండేవి. సిద్ధద్వానికై అట్టి 'సంగం' ఒకటి కూడ ఆ కాలమున పనిచేసింది. 18 మంది సిద్ధవైద్యులున్న ఆ సంగం దేశమంతా ఈ వైద్యాన్ని ప్రచారం చేసింది. అగస్త్యుడు ఆ సిద్ధులలో అగ్రగణ్యుడు ఆయన

కొంగనార్, కళింగనాథార్ వంటి శిష్యవర్గం సహాయంతో సిద్ధవైద్యాన్ని బాగా ప్రచారం చేశాడు.

#### 5. హోమియోపతి.

జర్మనీలో జనించిన వైద్యవిధానం హోమియోపతి. హిఫెసర్ హానిమన్ ఆ విధానాన్ని ఉపయోగంలోకి బాగా తీసుకు వచ్చాడు.

ముల్లును మల్లుతోనే తీయవచ్చుననే సిద్ధాంతమే హోమియోపతికి మూలసూత్రం. బాగా విలీనం (High Dilution) చేసిన మందులు వారు వాడతారు. అయితే గాఢంగా ఉన్న అదే మందువేస్తే వారు నయం చేయదలచిన రోగ లక్షణాలన్నీ ఆరోగ్యవంతునికి కూడా వస్తాయి.

ఆంగ్లము :- డా॥ జి ఆర్ ఖాస్కర్.

తెలుగు :- డి వి ఆర్. ఖాస్కర్ శాస్త్రి.

డా॥ పోరంకి దక్షిణామూర్తి.

## 135. మిత, అమిత, కుక్షింభరత్వము - స్థూలకాయము

(Nutrition, Normal, and Abnormal - Including Obesity and their Management)

మానవ శరీరమునకు తగినంత, అహారము తగుపాళ్ళలో లభ్యము కానిచో పలువిఘ్నములైన వ్యాధులు సంభవించును. పోషకాహార లోపము, పోషకాహార అస్తవ్యస్తత, పోషకాహార అధిక్యము వలన, వ్యాధులు కలుగును. ఆహార గుణలోపము వలన అస్తవ్యస్తత, ఆహార పరిమాణలోపము వలన కృశించుట, అధిక ఆహారము వలన స్థూలత సంభవించును. అభివృద్ధి చెందుచున్న దేశములలో ఆహారపుకొరత తీవ్రవ్యాధులకు ముఖ్య హేతువుగా ఉన్నది.

పోషక పదార్థములు :

మానవ శరీరము సక్రమముగా ఎదుగుటకు అవసరమైన పోషక ఆహార పదార్థములు :

1. కార్బోహైడ్రేటులు
2. ప్రోటీనులు.
3. క్రొవ్వు పదార్థములు.
4. విటమినులు.
5. ఖనిజలవణములు.

1. కార్బోహైడ్రేటులు :

శరీరకక్రమ లేని పురుషులకు దినమునకు

2000-2500 కిలోకేలరీల శక్తి కావలెను. తేలిక పనులను చేయు వ్యక్తికి దినమునకు 4000 కిలో కేలరీల శక్తి అవసరము. ప్రతి ఒక్కగ్రాము కార్బోహైడ్రేటు వలన నాలుగు కేలరీల శక్తి కలుగును. కూరగాయలు, పండ్లు, తేనె, చక్కెర పిండి పదార్థములలో ఇది పుష్కలముగా దొరకును. కార్బోహైడ్రేటుల వలన శరీరమునకు శక్తి లభ్యమగును. ఆహారమునకు రుచి కలుగును.

## 2. ప్రొటీనులు :

వీటినే మాంసకృత్తులు అనికూడా అందురు. కార్బను, హైడ్రోజను, ఆక్సిజను మాత్రమే కాక నైట్రోజను, సల్ఫరు, ఫాస్ఫరసు కూడా ప్రొటీనులకు మూలపదార్థములు. ప్రొటీనులు అమినోయాసిడుల (అమినో ఆమ్లముల) కలయిక వలన ఏర్పడును. శరీరమునకు యిరువది ఆయిదు అవశ్యకములయిన అమినోయాసిడులు కావలెను. ఇవి శరీరములో తయారుకావు. కావున నిత్యాహారములలో ఈ అమినోయాసిడులు ఉండునటుల జాగ్రత్తకావలెను. వ్యవహరించవలయును. హిస్టిడిన్, ఐసోల్యూసిన్, ల్యూసిన్, మిథియోనిన్, ఫినైల్ అలనిన్, త్రియోనిన్, ట్రిప్టోఫాన్, వ్యాలీన్ లైసిన్లు అవశ్యక అమైనో ఆమ్లములు, స్టీయిన్, గైసిన్, ప్రోలాక్టిన్, ప్రొలిన్, నార్ ల్యూసిన్, పొలిన్, సిరిన్, ప్రైసిన్లు అవశ్యకమైన అమైనో ఆమ్లములు. సామాన్య ఆరోగ్యముకల శరీరమునకు దినమునకు 1 కిలో గ్రాము బరువునకు 1 కిలోగ్రాము ప్రొటీనులు అవసరము. కనీసము మూడవంతు జంతు సంబంధమైన ప్రొటీనులు తీసుకొనవలయును. చిక్కుడుజాతి మొక్కల పప్పుదీనులలో ఇది అధికముగా లభ్యమగును. గ్రుడ్లు, చేపలు, పాలు, మాంసములలో జంతుసంబంధమైన మాంసకృత్తులు దొరకును. గర్బిణీలకు, పసిపిల్లల తల్లిలకు, ఎదిగే పిల్లలకు ఎక్కువ ప్రొటీనులు అవసరము. శరీర నిర్మాణమునకు, సంరక్షణకు ప్రొటీనులు

అవసరము. ప్రొటీనులోపము వలన శరీరము బరువు కోల్పోవును. రక్తము హీనమగును. రక్తములో నీరుచేరి కొంతకాలము తరువాత శరీరములో అంతయు నీరు సంభవించును. నంజువ్యాధికి శరీరము లోనగును.

ప్రొటీనులోపము వలన సంభవించేది వ్యాధులు :-

చిన్నపిల్లల ఆహారములో ప్రొటీనులు లోపించినచో క్వాషియార్కర్ అను వ్యాధి సంభవించును. తల్లిపాలు బదు మాంసముల తరువాత బిడ్డకు చాలవు. క్వాషియార్కర్ వ్యాధి సంక్రమించిన శిశువులో ఎరుగుదల లోపించును. వయస్సుకు తగిన బరువు ఉండదు. నీరు చేరుటవలన ఇడిమా సంభవించును. ఇది శరీరమంతయు వ్యాపించును. శరీరములోని కండరములు నీరసించును. మానసికమైన లోపము కలుగును. ఆకలి వుండదు. వెంకట రాగివర్ణము కలవిగా మారి వానియందలి శోభ లోపించును; గడ్డివలె తయారై పట్టుకోనగనే పూడి చేతిలోనికి వచ్చును. చర్మములో చాలామార్పులు సంభవించును. మచ్చలు మచ్చలుగా అగుట, పొలునులుగా ఊడివచ్చుట, పుండుపడుట జరుగును. కాళ్ల వద్ద, పిరుదులవద్ద, గుదములో ఈ మార్పులు ఎక్కువగా వుండును. సున్నము తిన్నటులాగ, నాలుకకు అనిపించును. పెదవుల అంచులు పగులును. గుదపు అంచులలో పుండ్లు ఏర్పడును. కాలేయము (లివరు) పరిమాణమున పెద్దదగును. ఆకలి మందగించుట, వాంతులగుట విరేచనములగుట, పొండురోగము మున్నగునవి ఈ వ్యాధికి చెందిన ఇతర లక్షణములు. జంతు - వృక్ష సంబంధములగు మాంసకృత్తులను తగినంతగ స్వీకరించుటవలన ఈ వ్యాధిని నిరోధించవచ్చును.

మరాస్మిక్ (Marasmus) :- సంవత్సరము లోపల వున్న శిశువులలో ఈ వ్యాధి ఎక్కువగా

తటస్థించును. శరీరమునకు తగిన కాలరీల శక్తిని ఇవ్వక పోయినచో ఈ వ్యాధి సంభవించును. ఈ వ్యాధి సంభవించిన శిశువు చూచుటకు కోడిపై నుండును. పెరుగుదల లోపము, బరువులోపము, కండరములు కృశించుట, చర్మము క్రింద క్రొవ్వు పదార్థములు కృశించుట ఈ వ్యాధికి ముఖ్య లక్షణములు. నీటి విరేచనములు కలుగును. ఇడిమా వుండదు. చర్మ, మానసిక లక్షణములు ఏవీ కనిపించవు. విటమినుల లోప లక్షణములు వుండును. చాలామంది పిల్లలలో మరాస్మస్, క్వాషియార్కర్ రెండును కలసి ఉండును. అట్లుండుటను మరాస్మిక్ క్వాషియార్కర్ అని అందురు. ఈ వ్యాధిని నిరోధించుటకై కాన్సులమధ్య వీలయినంత ఎక్కువ వ్యవధి ఉండునటుల చూచుట అతిముఖ్యము. తల్లి పాలతో పోషించబడే బిడ్డలకు హఠాత్తుగ ఆ పాలను నిలుపుట వలన కూడ ఈ జబ్బురావచ్చును. అందు వలన ఆ తొందరపాటు పనిని చేయకుండ ముందు జాగ్రతను తీసికొనవలెను.

### 3. క్రొవ్వు పదార్థములు :

క్రొవ్వు పదార్థములు శరీరమునకు కావలసిన శక్తిని కలుగజేయును. ప్రతి గ్రాము క్రొవ్వు పదార్థము తొమ్మిదికాలరీల శక్తిని ఇచ్చును. అవసరముకంటె ఎక్కువగా శరీరమునకు లభించు శక్తి క్రొవ్వు పదార్థముల రూపములో నిలువచేయబడి, అవసర సమయములలో మరల ఉపయోగపడును. వాతావరణపు వత్తిడుల నుండి శరీరమును కాపాడుటకు క్రొవ్వు పదార్థములు ఒక చిన్న పొరగా, చర్మము క్రింద వుండును. క్రొవ్వు పదార్థములు అహారమునకు రుచికరించును. రోజుకు 50-60 గ్రాముల క్రొవ్వు పదార్థములు అహారములో స్వీకరింపవలసి అవశ్యకత వున్నది. వెన్న, నెయ్యి, పనసపత్తి, మాంసము, గ్రుడ్లు, చేపలు, పాలు, పమురు గింజలు మున్నగు వానిలో ఇది లభించును. శరీరమునకు అవశ్యకములగు మూడు క్రొవ్వు

ములు - లినోఆయిక్, లిలోలెనిక్, ఆంకిడానిక్ అనువానిని - తగుమోతాదులలో తీసికొనుట చాల అవసరము. వీటి లోపమువలన చర్మవ్యాధి సంక్రమించును; పిండోత్పత్తి కుంటుపడును.

### 4. విటమినులు :

విటమినులను రెండు రకములుగా విభజించవచ్చును. అవి : 1. క్రొవ్వులో కరుగునవి : ఎ, డి, ఇ, కె, పి.

2 నీటిలో కరుగునవి : బి<sub>1</sub>, బి<sub>2</sub>, బి<sub>4</sub>, బి<sub>6</sub>, బి<sub>12</sub>; విటమిను సి వగైరా.

విటమిన్ ఎ : చేపనూనె, వెన్న, గ్రుడ్లు, పాలు, మామిడి, బొప్పాస, కారడ్, టమాటా, మునగ, గోంగూర, తోటకూరలలో ఈ విటమిను కలదు. 3000-5000 అం. యూ.(అంతర్జాతీయ యూనిట్లు - I.U.) రోజుకు అవసరము. ఈ విటమిను లోపించుటవలన రేసీకటి, చర్మము పగులుట, ఎముకల, దంతముల పెరుగుదల కుంటుపడుట జరుగును.

విటమిను డి : సూర్యరశ్మి సోకినపుడు శరీరములోని ఎర్గోస్టెరాల్ డి విటమినుగా మారును. కాల్షియమ్ను, ఫాస్ఫరస్ను శరీరము ఉపయోగించుకొనుటకు డి- విటమిను అవసరము. పాలు, వెన్న చేపనూనెలలో ఈ విటమిను లభ్యమగును. డి. విటమిను లోపమువలన, చిన్న పిల్లలలో రిక్టెస్సు, పెద్దలలో ఆస్టియో మలేషియా వ్యాధులు సంక్రమించును రోజుకు 200 అం. యూ. ల విటమిను డి శరీరమునకు అవసరము.

విటమిను ఇ : మొలకెత్తు గోధుమ, పత్తిగింజల నూనె, ఆకుకూరలు, ముడిధాన్యము, గ్రుడ్లు, పాలులలో ఈ విటమిను లభించును. దినమునకు 10-30 మిల్లిగ్రాముల ఇ-విటమిను అవసరము.

విటమిను కె : బచ్చలి, క్యాబేజి, కాలీప్లవరులలో ఈ విటమిను లభించును. రక్తము వృథాగా స్రవించ

కుండ నిలిచి కుదురు కట్టుటకు ఈ విటమిను చాల అవసరము.

**విటమిను బి - కాంప్లెక్స్** :- ఈ విటమిను నీటిలో కరుగును. డైయామిన్, రైబోఫ్లేవిన్, నియాసిన్, పెరిడాక్సిన్, పాంటో థెనిక్ యాసిడ్, బైయాటిన్, ఫోలిక్ యాసిడ్, సైన్కోబామిన్, కాలిన్, యనోసిటోలు బి - కాంప్లెక్స్ వర్గములో చేరియున్నవి. డైయామిన్ లోపమువలన బెరిబెరి (నంజు) వ్యాధి సంక్రమించును. నూనె గింజలు, మొలకెత్తు విత్తనములు, ఉప్పుడు బియ్యము మున్నగు వానిలోను, సారామడ్డి (ఈస్టు) లోను తవుడులోను ఈ విటమిను లభ్యమగును. దినము నకు 1-2 మిల్లిగ్రాములు ఇది అవసరము.

మొలకెత్తు శనగలు, పెసలు మున్నగు ధాన్యములలోను పాలు, మాంసము, గ్రద్దలలోను రైబోఫ్లేవిన్ లభించును. దినమునకు 1-2 మిల్లిగ్రాముల వరకు శరీరమునకు ఇది అవసరము. రైబోఫ్లేవిన్ లోపించుట వలన పెదవుల అంచులు పగులుట, నాలుక ఎఱ్ఱబారుట, నాలుక పగులుట, కండ్లు ఎర్రబడుట జరుగును. కార్నియా లోనికి రక్తనాళములు చొచ్చుకొనివచ్చును.

**నియోసిన్** : మాంసము, చేపలు, సారామడ్డి, తవుడులలో ఈ విటమిను ఎక్కువగా లభ్యమగును. ట్రిప్టోపాను అమైనో ఆమ్లము రూపములో ఇది పై ఆహార పదార్థములలో లభ్యమగును. దినమునకు దాదాపు 20 మి.గ్రా. నియోసిన్ ఆహారములో స్వీకరించవలయును. నియోసిన్ లోపించుట వలన శరీరములో పెల్లాగ్రా అను వ్యాధి సంభవించును. ఈ వ్యాధి ముఖ్యలక్షణములు ;

(1) చేతులకు వెనుక వైపున, భుజములపైన రెండు వైపులా ఒకే విధముగా ఒకే సమయములో చర్మము ఎఱ్ఱబడి మెత్తబడి పుండు అగుట.

(2) అతి విరేచనములు అగుట,

(3) మాసకముగ విపరీత లక్షణములు ఏర్పడుట.

(4) మతి చలించుట.

**బి<sub>6</sub> (పీరిడాక్సిన్)** : ఈ విటమిను మొలకెత్తు గోధుమలలో, వేరుశనగలు, మూత్రపిండములలో లభ్యమగును ఈ విటమిను లోపించుట వలన ఆరికాలిలో భగభగమని మండుచున్నట్లు బాధ కలుగును. ఈ విటమిను రోజునకు దాదాపు 2 మిల్లి గ్రాములను ఆహారములో స్వీకరించవలయును.

**విటమిను సి** : ఈ విటమిను ఆరిముఖ్యమైనది. ఇటీవలి పరిశోధనలవలన ఈ విటమినును ఆహారములో సరిగా స్వీకరించనియెడల గుండెవ్యాధులు సంభవించునని తెలిసినది. రొంప, జలుబులకు ఈ విటమిను బాగుగా పనిచేయును.

మొలకెత్తు విత్తనములు, నిమ్మజాతి పండ్లు, జామ పండ్లలో ఈ విటమిను ఎక్కువగా వుండును రోజుకు 80-120 మిల్లి గ్రాములు అవశ్యము.

విటమిను 'సి' లోపమువలన కీళ్లునాచి నొప్పులు వుడుతవి. ఈ విటమిను లోపించిన చిన్నపిల్లలు స్కర్వి వ్యాధి వలన బాధపడుదురు. వ్యాధి నిరోధక శక్తిని విటమిన్ సి పెంపొందించుచేయును.

## 5. ఖనిజ లవణములు :

శరీరారోగ్యమును సక్రమముగా కాపాడుకొనుటకు ఖనిజ పదార్థములు మానవునికి చాల అవసరము. కార్బియమ్, భాస్వరము, సోడియమ్, క్లోరిన్, పొటాషియమ్, మెగ్నీషియమ్, గంధకము, ఇనుము, రాగి, తుత్తునాగము, మాంగనీసు, కోబాల్టు, అయోడిన్ - మున్నగునవి స్వల్పపరిణామములలో ఆహారమున ఉండుట అవసరము. అస్థి పంజర నిర్మాణములోను, కండరముల నిర్మాణములోను, హార్మోనుల తయారీలోను ఇవి ఉపయోగపడును.

**ఇనుము (ఐరన్) :-** ఇనుముతో గ్లోబిన్ అను పదార్థము సంయోగము చెందుటవలననే రక్తమునకు ఎరుపురంగును కల్గించు హిమోగ్లోబిన్ తయారగుచున్నది. అందువలన శరీరములో ఇనుము లోపించినచో పాండురోగము సంభవించును. లివరులోను, ఆకుకూరలలోను, బెల్లములోను ఇనుము లభించును. దినమునకు చాచాపు 30 మిల్లిగ్రాముల ఇనుము అవసరము.

**కాల్షియమ్ :-** పాలు, చేపలు, ఆకుకూరలు రాగులు - కాల్షియమ్ ను ఎక్కువగా కలిగియుండును. ఎదిగే పిల్లలకు, గర్భిణీ స్త్రీలకు, గర్భముతో శిశువు ఎదుగుటకు, చిన్న పిల్లల తల్లులకు కాల్షియమ్ ఎంతైనా అవసరము. పెద్దలకు రోజుకు 500 మిల్లి గ్రాములు అవసరము. దీని లోపమువలన టీటాని అను వ్యాధి సంభవించును (మణికట్లు, చీలమండ వంగిపోవటం ఈ వ్యాధికి ముఖ్యలక్షణం). పిటమిను డి మాత్రమేగాక కాల్షియము కూడ లోపించినపుడు దొడ్డికాళ్ళతో కూడిన రికెట్సు వ్యాధి పిల్లలలోను, ఆస్టియా మలేసియా వ్యాధి పెద్దలలోను వచ్చును. ఆ వ్యాధి వలన పెద్దలలో ఎముకలు పెళుసుపెక్కి చిన్న దెబ్బలకే విరుగు ప్రమాదము కలదు.

**అయోడిన్ :-** బొచ్చెచేప (షెల్ ఫిష్) లోను తక్కువ పదార్థముల కొన్ని చేపలలోను యీ పదార్థము ఎక్కువగా లభించును. శరీరమునకు 150-300 మిల్లిగ్రాముల అయోడిన్ కావలసియున్నది. థైరాక్సిన్ హార్మోను తయారీలో, అయోడిన్ అత్యవశ్యకము. తై ఆయోడో థైరానిక్, ట్రిట్రా అయోడో థైరానిన్లలో అయోడిన్ మూలపదార్థము. కావున అయోడిన్ లోపమువలన థైరాక్సిన్ లోపము సంభవించును. గవదలవాపు (గాయిటర్) వ్యాధి అయోడిన్ లోపమువలన వచ్చును. మన దేశమున హిమాలయోన్నత భూములలో అయోడిన్ లోపము ఎక్కువ. అక్కడ ప్రజలలో చాలమంది

గాయిటర్ వ్యాధితో బాధపడుచుండురు. దానిని నిరోధించుటకై అయోడిన్ తో కలిసిన ఉప్పును ఆ ప్రాంతములో సరఫరా చేయుచున్నారు. చిన్న పిల్లలలో అయోడిన్ లోపించుటవలన మరుగుజ్జు తనము సంభవించును. పెద్దలలో 'మిక్సేడిమా' అను వ్యాధి కలుగును.

**ప్లోరిన్ :-** మనము త్రాగు నీటిలో ఫ్లోరిన్ ఎక్కువగా నున్నచో అట్టి నీరు త్రాగుటవలన ఫ్లోరోసిస్ అను వ్యాధి సంభవించును. యీ వ్యాధి వలన దంతములపై నల్లని మచ్చలు ఏర్పడును. ఎముకలలో ఫ్లోరిన్ నిలువ అగును. అందువలన ఎముకలలో నొప్పులు కలుగును. నీటిలో ఫ్లోరిన్ ఒక్క మిలియనుకు ఒక భాగము కంటె తక్కువ ఉన్నచో దంతములు పుచ్చిపోవు ప్రమాదము కలదు.

**సోడియమ్ :-** దినమునకు 2-6 గ్రాముల వరకు సోడియము, మనము తీసుకొను ఆహారములో లభించును. ముఖ్యముగా వేసవి కాలములో చెమటవలన ఎక్కువ సోడియము విసర్జించబడును. అందుచేత, వేసవియెండలో పనిచేయువారు ఉప్పుతో కలిసిన మజ్జిగను కానీ, నీరునుకానీ, నిమ్మరసమునుకానీ తీసుకొనుటద్వారా వడదెబ్బ నుండి తప్పించుకొనవచ్చును.

**పొటాసియము :-** సక్రమముగా గుండె పని చేయుటకును, కండరములు నరములు శరీర ద్రవములు మామూలుగా పనిచేయుటకును, తగు మోతాదులలో పొటాసియంను స్వీకరించుట ఎంతైనా అవసరము. పొటాసియం లోపించుటవలన ఐల హీనత, విసుగు, నిద్రమత్తు, మానసిక కలవరము కలుగును.

**మెగ్నీషియం :-** గుండె, కండరముల, నరముల, ఎముకల ఆరోగ్య పరిరక్షణకు మెగ్నీషియం అవసరము.

**గంధకము :-** పాలు, మాంసము, చేపలు, గ్రుడ్లు, నువ్వులు, మెంతులు, బెండకాయలలో గంధకము ఎక్కువగా లభించును. మిథియోడిన్, సిస్టిక్ అను ఆమ్లాలతో ఆమ్లములలో గంధకము ఉండును.

**భాస్వరము :-** కాల్షియము ఫాస్ఫేటు రూపములో భాస్వరము ఎముకలలో, దంతములలో నిలువ యుండును. కాల్షియము, పాస్పరస్ 2:1 నిష్పత్తిలో వుండును.

### అతి స్థూలత (Obesity)

**నిర్బంధము :-** శరీరములోని నిల్వభాగములలో క్రొవ్వు పదార్థములు అతిగ కేంద్రీకరించబడినచో శరీరము బరువు ఎక్కును. లావు అధికమగును. ఆ పరిస్థితిని అతిస్థూలత అనెదరు.

క్రొవ్వుల కేంద్రీకరణము శరీరము బరువులో 10% లేదా అంతకంటె ఎక్కువైనచో చికిత్స అవసరమగును. అతిస్థూలతకు మూలకారణము, అధికముగ ఆహారము తీసుకొనుట. ధనిక సమాజములలో, ధనవంతమైన దేశములలో, సర్వ సామాన్యముగా “అతిస్థూలత” రోగముతో బాధపడు వారు మెండు.

అతిస్థూలత ఏ వయసు వారిలోనైనను లింగ భేదముతో నిమిత్తం లేకుండా రావచ్చును. యౌవనానంతరము స్త్రీలలో మిక్కుటము; పురుషులలో స్వల్పము. గర్భధారణ తర్వాత, ముట్టడిగిన తర్వాత, స్త్రీలలో సహజము. తగు శరీరశ్రమ లేకపోవుట, అధికముగా తినుట అతిస్థూలతకు దోహదము కలిగించును. అతిస్థూలత వంశపారంపర్యముగ సంక్రమించును. ఇవి అన్నియు బాహ్య కారణములు. అంతర్గత కారణముల వలన కూడా అతిస్థూలత రావచ్చును.

కంటి కేవలగింపుగ ఉండుటయే మాత్రమేగాదు; అతిస్థూలతవలన శారీరక దౌర్బల్యము (Physical

Inability), హృద్రోగము, రక్తనాళముల రోగము, శరీరవ్యవస్థలోపాలు (Metabolic Disorders) కలుగును. తద్వారా ఆయు:ప్రమాణము తగ్గును. స్థూలకాయపు వారికి మధుమేహము, రక్తపోటు కూడ కలుగును. అధి:భారము వలన స్థూలకాయులకు బరువుమోయు శాస్త్రలోను, వెన్నెముకలోను తోషములు సంభవించును. ఉదరాంత్రవృద్ధి (Abdominal Hernia), సిరలు ఉబ్బుట ఎక్కువగా వచ్చును.

స్థూలకాయులు ఎక్కువగా ప్రమాదములకు తోనగుటకు అవకాశము కలదు.

ఈ వ్యాధికి చికిత్స చేయునపుడు వారమునకు 1.0కిలో బరువు తగ్గునటుల శ్రద్ధవహించవలయును. అట్టి వ్యక్తులకు రోజుకు 50-60 గ్రాముల ప్రోటీనులు 100.0 గ్రా. కార్బోహైడ్రేటులు, 40-45 గ్రాములు క్రొవ్వు పదార్థములు, తినినంత విటమినులు యివ్వవలెను. స్థూలకాయులు ప్రతిరోజు విధిగా శరీరవ్యాయామము చేయవలెను.

### ఆకలి లేకుండాచేయు మందులు :

ఆమ్ప్లెటామిన్ (Amphetamine) తత్సంబంధమైన మందులు, ఫెన్మెటాజిన్ (Phenmetrazine) - యీ రెండు రసాయనిక పదార్థములు పెద్ద మెదడులోని ఉన్నత కేంద్రములను ఉద్దీకపరుచును. అవి హైపోథాలమస్లోని సంకల్ప ప్రకేంద్రమును కూడా ప్రేరేపించును. కాని వీటివలన అనేకవిధములుగా హాని సంభవించవచ్చును. ఈ మందులు వాడుటవలన నిద్రలేమి, ప్రవర్తనలో మార్పులు, అధిక హృదయ స్పందనము అధిక రక్తపోటు, మొదలగునవి కలుగవచ్చును. రోగులు యీ మందులకు అలవాటు పడినచో వాటి చురుకుదనము తగ్గిపోవును. ఆకలి తగ్గింపుకై క్రొత్తగా ఫెన్ఫ్లోరమిన్ (Fenfluramine), డైయిథైల్ ప్రొపియాన్ (Diethyl Propion) మున్నగు ఔషధములు ప్రవేశపెట్టబడినవి.



“అతి బరువు” వున్న రోగులందరికి యీ మందులు విచక్షణ రహితముగా యివ్వరాదు.

థైరాక్సిన్ హార్మోను యిచ్చుటవలన ప్రయోజనముకంటె నష్టమే ఎక్కువ. ముఖ్యముగా హృదయ కండరముల జబ్బువున్న స్థూలకాయలకు ఇది చాల ప్రమాదము కల్గించును. మిథైల్ సెల్యులోస్ ఆహారమునకు అధిక ప్రమాణమును కలిగించును. దానివలన ఆకలి ఉపశమనము అగును.

**అతిస్థూలత నిరోధము (Prevention):**

అతిస్థూలత రాకుండా నిరోధించుటకై ముందు జాగ్రత్తగా ఈ క్రింది చర్యలను తీసికొనుట మంచిది.

(1) స్వల్ప వ్యాయామము చేయవలయును; అధిక ఆహారమును నిర్దిష్టపరచును.

(2) బరువుకు తగినట్లు “కేలరీలు” స్వీకరించవలయును.

(3) మానసికశ్రమకు “అధిక కాలరీలు” (Extra calories) అవసరము లేదు.

(4) స్వయం చికిత్స ప్రమాదకరము. ఆహార నిర్ణేత (Dietician) ను సంపదించి అతని సలహా గ్రహించి, దానికి అనుగుణంగా ఆహారాన్ని స్వీకరించవలయును.

డా॥ భట్టారం విశ్వేశ్వర సుబ్రహ్మణ్యం.

## 136. సూక్ష్మజీవ శాస్త్రము - పరాశ్రయీ జీవశాస్త్రము; వ్యాధులు - నిరోధక చర్యలు

సూక్ష్మజీవులను గురించి తెలిపే శాస్త్రాన్ని సూక్ష్మజీవశాస్త్రము అంటారు. శిలీంధ్రాలకు సంబంధించిన శాస్త్రాన్ని మైకాలజీ (Mycology) అంటారు. సూక్ష్మజీవులూ శిలీంధ్రాలూ రెండూ వృక్షజాతికి చెందినవైనా వీటిలో పత్రహరితం ఉండదు. కాని ఆల్గే (Algae) అనే దానిలో మాత్రం పత్రహరితం ఉంటుంది. సూక్ష్మజీవులలో జీవకణంలో ఈ క్రింది భాగాలు ఉంటాయి.

1. జీవకణ కవచం (cell wall)

2. కణరసం మీద ఉండే పొర (cytoplasmic membrane)

3. కణ రసము (ఆర్. ఎన్. ఏ) (cytoplasm).

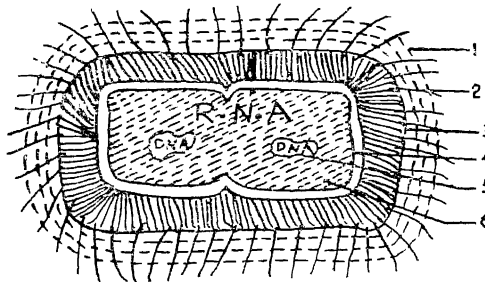
4. రైబోజోమ్స్ (Ribosomes).

5. జీవాణువు (డి. ఎన్. ఏ.) (Nucleus)

6. ఫ్లాజెల్లా (flagella).

7. కాప్సుల్ (capsule)

8. ఫింబ్రియా (fimbriae)



కాప్సుల్

ఫింబ్రియా

జీవకణ కవచం

కణరసం మీద ఉండే పొర

జీవాణువు

రైబోజోమ్స్

1 జీవకణ కవచము :- ఇది కణరసం మీద ఉండే పొరకు ఆలంబనగా ఉంటుంది. అంతే గాక జీవకణాన్ని విభజించడానికి తోడ్పడుతుంది; ఆస్మోసిస్ వల్ల జీవకణం విడిపోకుండా తోడ్పడుతుంది.

కణరసం మీద ఉండే పొర :- ఇది జీవకణాన్ని కాపాడుతుంది. ముఖ్యమైన ఆహార పదార్థాలు ఈ పొరద్వారా కణరసంలోకి ప్రవేశిస్తాయి.

కణరసం :- కణరసంలో రైబోజోమ్స్ ఉంటాయి. ఈ రైబోజోమ్స్ లో రైబోన్యూక్లిక్ యాసిడ్ (ఆర్. ఎన్. ఏ) అనే జీవపదార్థము ఉంటుంది. ఇవి జీవకణాలలో ఉన్న మాంస కృత్తుల్ని గురించి తెలుసుకోవడానికి ఉపయోగ పడుతాయి.

కేంద్రకం (జీవాణువు) :- కేంద్రకంలో న్యూక్లియోస్ ఉండదు. ఇందులో డీ ఆక్సీరైబో న్యూక్లిక్ యాసిడ్ మాత్రమే ఉంటుంది.

కాప్సుల్ :- కాప్సుల్ జీవకణ కవచంలో నుంచి తయారవుతుంది. సూక్ష్మ విషజీవులకు వ్యతిరేకంగా పనిచేసే కారకాన్ని ఆ విధంగా చేయకుండా ఉంచడానికి ఉపయోగపడుతుంది.

ప్లాజెల్లా :- జీవకణముల చలనంలో తోడ్పడుతుంది.

ఫింబ్రియా :- ప్లాజెల్లా కంటే చిన్నదిగా ఉండే ఫింబ్రియా, సూక్ష్మజీవులను, ఇతర జీవుల్ని పట్టుకోడానికి తోడ్పడుతుంది.

సూక్ష్మజీవులలో అనేక రకాలైన ఆంటిజెన్స్ (antigens) అనే పదార్థాలు ఉంటాయి. వాటిలో ముఖ్యమైనవి ప్లాజెల్లా నుంచి వచ్చే హెచ్ ఆంటిజెన్, జీవకణం నుంచి వచ్చే 'ఓ' (O) ఆంటిజెన్, జీవకణ ఉపరితలం నుంచి వచ్చే వై (vi) ఆంటిజెన్, కోర్ ఆంటిజెన్ (Core antigen or rough -

antigen). ఆంటిజెన్లు మాంసకృత్తులు కానీ లేదా క్రొవ్యు పదార్థాలతో కలిసిన మాంసకృత్తులు కానీ కావచ్చు. ఆంటిజెన్ ను మానవ శరీరంలోకి ప్రవేశపెట్టడం జరిగితే వీటికి వ్యతిరేకంగా పనిచేసే ఆంటిబాడీస్ (antibodies) అనేవి తయారవుతాయి. సూక్ష్మజీవులను గ్రామ్స్ స్టైయిన్ (grams stain) ద్వారాగాని, జీల్ నీల్ సన్ స్టైయిన్ (Ziehl Neelson stain) ద్వారాగాని, స్టైయిన్ చేసి సూక్ష్మదర్శినితో చూడాలి స్ట్రైపైలో కాకై, స్ట్రెప్టోకాకై, స్ట్రెప్టోకాకైలను గ్రామ్స్ స్టైయిన్ వల్లా, క్షయవ్యాధి, కుష్టువ్యాధులకు సంబంధించిన క్రిములను, జీల్ నీల్ సన్ స్టైయిన్ వల్లా చూడటానికి వీలుపడుతుంది.

ఆంబువ్యాధులు వ్యాపించడానికి రెండు ముఖ్య కారణాలు ఉన్నాయి : 1. మానవుడు, 2. జంతువులు. ఈ వ్యాధులు సరాసరి ఒక మనిషి నుంచి ఇంకొకనికి వ్యాపించవచ్చు. లేదా నీరు, ఆహారం, మలమూత్రములు, క్రిమి కీటకాదులవల్ల కూడా వ్యాపించవచ్చు.

సూక్ష్మజీవుల వల్ల వ్యాపించే వ్యాధులు :-

1. బాక్టీరియల్ ఎండో కార్డైటిస్ (Bacterial-Endocarditis) :- ఈ వ్యాధి స్ట్రెప్టోకాకస్ విరిడాన్స్ అనే విష సూక్ష్మజీవులవల్ల వస్తుంది. ఇందులో ముఖ్యంగా గుండె దెబ్బ తింటుంది. ఈ సూక్ష్మజీవులు గుండె లోపలి పొరనుగాని, చిన్న చిన్న ద్వారాల దగ్గర ఉన్న కవాటాల్నిగాని రోగగ్రస్తాలు చేయగలవు. లేదా జ్వరము వచ్చు గుండెజబ్బను విషమించేటట్లు చేస్తాయి. ఈ వ్యాధి ముఖ్య లక్షణం ఏవేవంటే : జ్వరం, కార్డియాక్ మర్మర్స్ (Cardiac murmurs) క్లోమం పెద్దది కావడం, రక్తహీనత, మూత్రంలో రక్తం పోవడం మొదలైనవి. క్రిస్టలైన్ పెన్సిలిన్ 10 లక్షల యానిట్లు రోజుకు రెండుమాట్లు చొప్పున ఆరు వారాలు వరకు ఇస్తే వ్యాధి తీవ్రత తగ్గుతుంది.

**న్యూమోనియా** - ఈ వ్యాధి న్యూమోకాకస్ (Pneumococcus) అనే సూక్ష్మజీవులవల్ల వస్తుంది. కొంచెం వయస్సు మీరిన వారికి ఈ వ్యాధి ఎక్కువగా వచ్చే అవకాశముంది. అంతేకాకుండా మధుమేహంవల్ల లేదా గుండెజబ్బువల్ల బాధపడే వారికి ఈ వ్యాధి వస్తుంది. రొంపపట్టటం, జ్వరం, గుండె వేగంగా కొట్టుకోవడం, రొమ్మలో నొప్పి, శ్వాస కోళంలో ఒక పక్కగాలి సరిగా లోపలికి పోక పోవడం మొదలైన లక్షణాలు ఉంటాయి. పెన్సిలిన్ C 6 లక్షల యూనిట్లు రోజుకొక మాటు చొప్పున, జ్వరం తగ్గిన తర్వాత రెండు-మూడు రోజుల పరకూ ఇవ్వాలి.

**3. సైన్యోకైటల్ వల్ల వచ్చే వ్యాధులు :-** గొంతులో టాన్సిల్స్ (Tonsils) వాచడం, చీము పట్టటం, సప్రపథలో నొప్పి, స్కార్లేట్ జ్వరం, సైనుసైటిస్ (Sinusitis), చెవినుండి చీముకారడం, న్యూమోనియా, గుండె ప్రెపోర దెబ్బతినడం, కీళ్ల నొప్పులు, మెనింజైటిస్, విషసర్పిరోగం, ప్రసవ మైన కొద్దిగంటల తరువాత జ్వరంరావడం మొదలైన వ్యాధులన్ని ఈ సూక్ష్మజీవుల వల్లనే వస్తాయి. ఈ వ్యాధులన్నీటికీ పెన్సిలిన్ బాగుగా పనిచేస్తుంది.

**4. మెనింజైటిస్ (Menigitis):-** సిసిరియా మెనింజైటిస్ అనే సూక్ష్మజీవులవల్ల వచ్చే ఈ వ్యాధిలో జ్వరం, తలనొప్పి, వాంతులు, శరీర మంతా ఎర్రని పొడలు ఏర్పడటం, మెదక్రిందికి వంటే నొప్పిగా ఉండటం కన్పడతాయి. పెన్సిలిన్ రోజుకు 12-24 మిలియన్ యూనిట్లు చొప్పున కనీసం ఏడు రోజులు ఇవ్వాలి. ఈ వ్యాధి తిరిగి మళ్ళావచ్చే అవకాశంలేదు.

**5. గనోరియా (Gonorrhea) :-** లైంగిక సంబంధంవల్ల వచ్చే వ్యాధి ఇది. అంకురించే కాలం 2-6 రోజులు. ఇందుకు కారణమైన సూక్ష్మజీవి సిసిరియా గొనోరియా. మూత్రనాళం, పెద్దప్రేగుల

అంతిమభాగము, కంటిలోని కంజంక్షైవా (Conjunctiva) అనేపొర, సప్రపథ, ఎండోసర్విక్స్ (endocervix) మొదలైన భాగాలు ఈ వ్యాధివల్ల ఎక్కువగా దెబ్బ తింటాయి. ఇవికాక కీళ్లనొప్పులు చర్మవ్యాధులు, గుండె దెబ్బతినడం, మెనింజైటిస్ మొదలైన లక్షణాలు కూడా ఉండవచ్చును. మూత్రనాళం నుండి చీముకారడం తగ్గేవరకు పెన్సిలిన్ ఇవ్వాలి. టెట్రాసైక్లిన్, స్ట్రెప్టోమైసిన్ కూడా వాడవచ్చును.

**టైఫాయిడ్ (Enteric Fever) :-** సొల్డ్ నెల్లా అనే సూక్ష్మజీవుల వల్ల వచ్చే వ్యాధి ఇది. అంకురించే కాలం దాదాపు పది రోజులుంటుంది. ముఖ్యలక్షణాలేమంటే జ్వరం, ఒళ్ళునొప్పులు, ఉదరభాగంలో ఆస్వస్థత, చర్మం మీద దద్దుర్లు రావడం, క్లోమం పెద్దదవడం, రక్తంలో ల్యూకో సైడ్స్ తగ్గిపోవడం మొదలైనవి. చిన్న ప్రేగులో పుట్టే పుండు (Ulcer) వల్ల రక్తనాళం బద్దలై పోవడం, లేదా పుండు బద్దలై చిన్న ప్రేగులో ఉన్న ఆహార పదార్థాలు బయటకు రావడం జరుగుతుంది. క్లోరోమైసిటిన్ 250 మి.గ్రా. ప్రతి ఆరు గంటలకు ఒక కాప్సుల్ చొప్పున దాదాపు రెండు వారములు ఇవ్వాలి.

**కోరింత దగ్గు (Whooping cough) :-** దగ్గు మూలంగా వచ్చే తుంపర్లవల్ల ఇతరులకు ఇది వ్యాపిస్తుంది. అంకురించే కాలం 12-15 రోజులు. శ్వాస కోళాల్లోను, శ్వాసనాళాల్లోనూ ఈ వ్యాధి సంభవిస్తుంది. మొదట తెరలుగా దగ్గువచ్చి చివరకు ఊపిరి తీసుకోవడానికి కష్టంకావడంవల్ల ఒక వింత శబ్దం (Whoop) వస్తుంది. రక్తంలో 90 శాతం లింఫోసైడ్స్ (lymphocytes) ఉంటాయి. అంటి బయోటిక్స్, ఇమ్యూన్ - ఆర్ - గ్లోబ్యులిన్ (Immune-globulin) 2 మి.లీ. ప్రతి 48 గంటలకు ఒకసారి చొప్పున 3 మోతాదులు ఇవ్వాలి.

**దామ్రోగము (అంత్రాక్స్) :-** ఈ వ్యాధి పెంపుడు జంతువుల మూలంగా మానవులకు వ్యాపిస్తుంది. చర్మంలో చిన్న కురుపులవలె అయి ఆట తరువాత అందులోంచి చీముకారుతుంది. కురుపు చుట్టూ నీరు చేరడంవల్ల వాపువస్తుంది. ఈ వాపు తగ్గేవరకు పెన్నిలిన్ ఇవ్వాలి. క్లోరోమెసిటిన్, ఎరిత్రోమెసిన్, టెట్రాసైక్లిన్ మొదలైన మందులు కూడా ఇవ్వవచ్చు.

**ఘటంగి (డిఫ్టీరియా) :-** కార్బోబాక్టీరియమ్ డిఫ్టీరియా అనే సూక్ష్మజీవుల వల్ల ఈ వ్యాధి వస్తుంది. అంకురించే కాలం 1-7 రోజులు జ్వరం, గుండె వేగంగా కొట్టుకోవడం, బలహీనతలేగాక సప్తపథ, స్వరపేటికలపై బూడిదరంగు పొర ఏర్పడటం మొదలైన లక్షణాలు ఉంటాయి. ఈ సూక్ష్మజీవులలో ఉండే టాక్సిన్ వల్ల గుండె సరిగా పనిచేయక పోవడం, శరీరంలోని మిగతా అవయవాలలో రక్తప్రసరణ సరిగా లేకపోవడం జరుగుతుంది. ఈ వ్యాధి సోకిన రోగికి వీలైనంత త్వరగా ఆంటిటాక్సిన్ ఇవ్వాలి. ఎరిత్రోమెసిన్ 2 గ్రాములు రోజూ ఇవ్వాలి. ఈ విధంగా రెండు వారాలు వాడితే ఈ వ్యాధిని అరికట్టవచ్చును. రోగిని విడగా ఉంచాలి. లేకపోతే ఇది ఇతరులకు కూడా వ్యాపిస్తుంది.

**ధనుర్వాతము (Tetanus) :-** అంకురించే కాలం 2-5 రోజులు. ఈ వ్యాధి క్లాస్ట్రీడియమ్ అనే సూక్ష్మజీవులలోని ఎక్సోటాక్సిన్ (Exotoxin) వల్ల వస్తుంది. కండరములు బిగుసుకు పోవడం, మూర్చలు (Fits) రావడం జరుగుతుంది. ఈ వ్యాధి అతిప్రమాదమైనది. అందువల్ల రోగిని బ్రతికించే మిగతా ప్రయత్నాలు చెయ్యడంతో పాటు ఆంటిటాక్సిన్ కూడా ఇవ్వాలి.

**కలరా (Cholera) :-** చిన్న ప్రేగులో విబ్రియో కలరా (Vibrio cholerae) జీవులు గుంపులు గుంపులుగా చేరడంవల్ల వచ్చే వ్యాధి ఇది.

దీని ముఖ్య లక్షణాలేవంటే: నీళ్ళ విరోచనాలు కావడం, శరీరంలోని నీటి శాతం తగ్గిపోవడం, సోడియం, పొటాసియంలు రక్తంలో తక్కువ ఉండటం మొదలైనవి. అంకురించే కాలం 4-8 గంటలు. ఒక లీటరు నీటిలో 20 గ్రాముల గ్లూకోస్, 4 గ్రాములు సోడియం బైకార్బనేటు, 4 గ్రాములు సోడియం క్లోరైడ్, 1 గ్రాము పొటాసియం క్లోరైడ్ కలిపి ఈ వ్యాధి సోకిన రోగికి ఇస్తే మంచి గుణం కనిపిస్తుంది.

**క్షయవ్యాధి (Tuberculosis) :-** మైకోబాక్టీరియమ్ ట్యూబర్ క్యులోసిస్ వల్ల వచ్చే వ్యాధి ఇది. ఎక్కువగా శ్వాసకోశాలు, మూత్ర పిండాలు, ఎముకలు, మెనింజైట్లలో వస్తుంది. పొడిదగ్గు, తోజ్వరం, రాత్రివేళల్లో చెమటపట్టడం, దగ్గినపుడు రక్తం పడటం మొదలైన లక్షణాలు ఎక్కువగా ఉంటాయి. స్ట్రెప్టోమెసిన్, ఐ. ఎన్. హెచ్., పి. ఎ. ఎన్. (P.A S) ఔషధాలు దాదాపు 1½ నుంచి రెండు సంవత్సరాల కాలంవరకు ఇవ్వాలి.

**పట్టరోగం (Leprosy) :-** చర్మంలోను, నరాలలోను, ముక్కులో ఉన్న మ్యూకస్ మెంబ్రేన్ లోను మైకో బాక్టీరియమ్ అనే సూక్ష్మజీవులు ఉండటంవల్ల ఈ వ్యాధి రావచ్చు. చర్మం మీద తెల్లని మచ్చలు ఏర్పడటం, నరములు కొంచెం ఉబ్బడం, ముక్కు ద్వారా ఊపిరి తీసుకోవడం కష్టం కావడం మొదలైనవి ఈ వ్యాధి ముఖ్య లక్షణాలు. డాప్సోన్ (Dapsone) మందు మొదట తక్కువ మోతాదులో ఇచ్చి, నెమ్మదిగా మోతాదు పెంచి 50 మిల్లి గ్రాముల వరకూ ఇవ్వాలి. ఈ విధంగా కొన్ని సంవత్సరముల పాటు చికిత్స జరగాలి.

**శీలంధముల వల్ల వచ్చే వ్యాధులు (Fungal Diseases) :-** వీటిలో ముఖ్యమైన వ్యాధులేవంటే; ఆక్టినో మైకోసిస్, క్రిప్టోకాల్సిస్, కాక్సిడైడ్

మెకోసిస్, బ్లాస్టోమెకోసిస్, మోనిలియోసిస్, హిస్టోస్టాసిస్, స్పోరోట్రైటోసిస్ మొదలైనవి. శిలీంధ్రవ్యాధి శ్వాసకోశంలోగాని, నాడీమండలంలోగాని రావచ్చు. లేకపోతే మామూలు జ్వరంవచ్చి, బరువు తగ్గి పోవడం, అంతకంతకూ నిస్సత్తువ ఏర్పడటం జరగవచ్చు.

**వైరస్ల వల్ల కలిగే వ్యాధులు :-** వైరస్ కణంలో న్యూక్లియల్ ఆప్టుపు బద్దె ఉంటుంది. దాంట్లో వైరస్ జన్యుపదార్థాలు మడతబడి (folded) ఉంటాయి. వాటిమీద ప్రోటీన్ పూత కూడ ఉంటుంది. కొన్ని వైరస్లపైన ఒక పొర లేదా సంపీ ఒకటి ఉంటుంది. వైరస్లు, బాక్టీరియా కంటే సూక్ష్మంగా ఉండి, ఎలక్ట్రాన్ మైక్రో స్కోప్ తో చూస్తే కనిపిస్తాయి.

**పోలియోమైన్ :-** కేంద్రనాడీ మండలం మీద పనిచేసే వైరస్లవల్ల ఈ వ్యాధి వస్తుంది. జ్వరం, జలుబుతో, ప్రారంభమై ఒక అవయవానికిగాని, ఇంకా కొన్ని అవయవానికిగాని పక్షవాతం రావచ్చు. శరీర వ్యాయామంతో ఆ వ్యాధిని కుదర్చవచ్చు. శ్వాసమండల కండరాకు ఒక్కొక్కసారి పక్ష వాతం రావచ్చు. అప్పుడు దానికి సంబంధించిన సహాయక సాధనాలు వాడాలి.

**కుక్కకాటు జబ్బు (రాబీస్) :-** కేంద్ర నాడీ మండలం మీద ఒక విధమైన వైరస్ వల్ల వచ్చే వ్యాధి ఇది. పిచ్చిపట్టిన కుక్క కరవడంవల్ల ఇది సంక్రమిస్తుంది.

అంకుర కాలం 10 రోజులు మొ॥ ఒక సంవత్సరం వరకు ఉంటుంది. (జ్వరం, తలనొప్పి, కడుపుతో తిప్పడం, వాంతులు, పొడదగ్గు, కండరాల నొప్పులు, కేంద్రక పక్షవాతం వస్తాయి. నీరంటే భయం (hydrophobia) ఉంటుంది. గాయానికి మందు వేయడం, యాంటిబయోటిక్ సిరం, 40 యూనిట్లు కి. గ్రా. ఇచ్చి రోగ నిరోధకత (Immunisation) కలిగించాలి.

**పొంగు (measles) :-** దీనికి అంకురకాలం 9-11 రోజులు. అస్వస్థత చిరాకు, ఎక్కువగా జ్వరం, కండ్లకలక, వెలుతురంటే భయం, శరీర మంతా ఎర్రగా (maculopapular) దద్దుర్లు (rash) వస్తాయి. న్యూమోనియా కూడా రావచ్చు. దీనికి వైద్యం ఏమీ అక్కర్లేదు. అయితే తిరగ బెడితే తగిన వైద్యం చేయాలి.

**మజుబి :-** వనోలా వైరస్ సంక్రమించడం వల్ల ఇది వస్తోంది. ఇది తీవ్రమైన అంటువ్యాధి. శరీరముమీద కురుపులు బయటదేరి పొక్కులు ఏర్పడడం దీని ప్రత్యేక లక్షణం. వెలుగు, గాలి తగితే శరీరభాగాలలో ఇది కనిపిస్తుంది. అయితే వేరిసెల్లా అనే ఒక ప్రత్యేక వైరసువలన ఈ రోగం కలిగినపుడు మాత్రం కప్పి ఉంచిన భాగాలలో కనిపిస్తుంది. కేవలం, లక్షణాలను బట్టి వైద్యం అవసరమవుతుంది.

**పరాశ్రయ శాస్త్రము (పారాసైటాలజీ) :-** ప్రోటోజోవా, మెటాజోవా, హెల్మింథిన్, మొదలైన పరాశ్రయ జీవులకు సంబంధించిన వైద్య శాస్త్ర శాఖ ఇది. రక్త, మలాదుల పరీక్షలవల్ల వాటిని పోల్చవచ్చు. ఈ పరాశ్రయ జీవుల వలన కలుగు వ్యాధులలో ఈ క్రిందివి ప్రముఖములు :

**ఎమిలియానిస్ :-** పెద్దపేగులకు ఎంటామోబా హిస్టోలైటికా వల్ల సంక్రమించే వ్యాధి ఇది. దీంట్లో కొంచెం కొంచెం నీళ్ల విరేచనాలు మొదలుకొని తీవ్రగ్రహణి వరకు కలుగుతాయి. ప్రేగులలో కాకుండా, ఇతరత్రా కలిగేవానిలో ఇతర ప్రణం కూడ ఉంటుంది. ఈ ప్రణం బ్రద్దలై సన్నిహిత శరీరభాగాలకు నష్టం కలిగించవచ్చును. ఎమిడిన్, నివాక్విన్, టెట్రాసైక్లిన్ అనే ఔషధాలలో సముచితమైన దానిని ఇందులకు వాడుతారు.

**మలేరియా :-** అనోఫిలిస్ దోమకాటు వల్ల మనిషి కలిగే ప్రోటోజోవా వ్యాధి ఇది. వణుకు,

జ్వరం, స్టీహవృద్ధి, ఎసిమియా. మళ్ళా మళ్ళా తిరగ బెడుతూ ఉండటమూ, దీని లక్షణాలు. నివాక్విన్ 10 మాత్రం కోర్సువాడాలి. దోమల స్థావరాలమీద డి.డి.టి చల్లి, దీని వ్యాప్తిని ఆరికట్టవచ్చు.

**కాలా ఆజార్ :-** లిష్ మేమియా దోనోవాని అనే పరాశ్రయివర్ణ ఈ వ్యాధి వస్తోంది. ఎక్కువగా జ్వరం, నీరసం, బరువుతగ్గి పోవడం, స్టీహ వృద్ధి, ఎసిమియా, రక్తస్రావం, ఇవన్నీ-ఈ వ్యాధికి సాధారణ లక్షణాలు చర్మముపై పుండ్లు ఏర్పడతాయి. ముఖ్యంగా 0.6 గ్రా. పెంటాస్టాం, నీరలోకి గాని, కండరంలోకిగాని ఎక్కించి వైద్యం చేస్తారు. అట్లా 6 రోజులు వైద్యం చేయాలి.

**కొంకి పురుగు :-** యాన్ సిటోస్టోమా డుడేనేల్ వర్ణ సంక్రమించే వ్యాధి ఇది. దీర్ఘకాలికంగా రక్తం పోయిన లక్షణాలు-అంటే ఎసిమియా, పాతిపోవడం నీరసం వగైరా-కనిపిస్తాయి. గుండె నిస్సత్తువ (Cardiac insufficiency) కూడా ఉంటుంది. 5 గ్రా. ఎలొపాల్ ను నీటిలో కలిపి, పరగడుపున లోనికి చేర్చాలి. ఎసిమియాకు కూడా వైద్యం చేయాలి.

**నులి పురుగు ( Round worm ):-** అస్కేరి యాసిస్ లుంబ్రికాయిడెస్ వర్ణ ఈ వ్యాధి వస్తుంది. కడుపులో నొప్పి, ఒక్కొక్కసారి పేగులలో అడ్డంకులు వగైరా వస్తాయి. విరేచనంలో నులి పురుగులు కనిపిస్తాయి. పెపెరాజైన్ సిట్రేట్ 75 మి. గ్రా.ల/కె.జి. చొన ఒక్కొక్క మోతాదులో రెండు రోజులు వరుసగా వాడితే ఇది తగ్గిపోతుంది.

**గినిజబ్బు ( గినివరమ్ ) :-** సంధానక టిస్ట్యూలకు, అంతశ్చర్మ టిస్ట్యూలకు 'గిని' అనే పరాశ్రయి సోకితే ఈ వ్యాధి వస్తుంది. ఈ క్రిమి చర్మంలోనూ, అంతశ్చర్మ టిస్ట్యూలలోనూ ఉంటుంది. అది చొచ్చుకువచ్చే భాగానికి నీరు తగలగానే, క్రిమిబీజాల (లార్వాలు)ను నీటిలోకి వెలువరుస్తుంది. ఆ నీటి ద్వారా వ్యాధి మిగిలిన వాళ్ళకి వ్యాపిస్తుంది: పుండులోంచి ఆ క్రిమిని

తీసివేసి, 1. కి.గ్రా. కి 25 మి.గ్రా. చొన నిరిడా జోల్ ను మూడు మోతాదులుగా రోజుకి ఏడురోజులు వాడితే, ఇది తగ్గి పోతుంది.

**బొదకాలు (ప్రెలేరియాసిస్) :-** ఉకేరేరియా బాన్ క్రాఫ్టి అనే క్రిమి మానవుని అంతశ్చర్మాన్ని, లసీకాభాగాల్ని (లింఫాటెక్స్) ఆశ్రయించగా ఈ జాడ్యం వస్తుంది. శరీరభాగాల విపరీతపు వాపు మొదలైనవి ఈ రోగలక్షణాలను సూచిస్తాయి. రక్త పరీక్షలో ఈసోనోఫిలియా కనిపిస్తుంది. రోజుకు 100 మి.గ్రా. ల డైఎథైల్ కార్బజైమ్ ను 3 మోతాదులుగా 3 వారాలు వాడాలి.

**సూక్ష్మజీవ. పరాశ్రయీ జీవులవలన వచ్చే రోగములకు నివారణోపాయాలు :-**

1. రోగిని వేరేగా ఉంచాలి.
2. రోగి వాడిన వస్తువులు అన్నిటినీ డైరై లైజ్ చేయాలి.
3. తగినట్లు రోగిని సంరక్షణ చేసి, వ్యాధికి వైద్యం చేయాలి.
4. వ్యాధి విస్తరించే అవకాశం ఉన్న సమాజంలో, అందరికీ వాక్సినేషన్ టీకాలు వేయాలి.
5. తగిన వాక్సిన్లు బాల్యంలోనే వాడి, రోగ నిరోధక శక్తి కలిగించి, డిప్తీరియా, మళూచి, టెటనస్, పోలియో వ్యాధులు సంక్రమించకుండా నివారించవచ్చు.
6. పెన్సిలిన్, స్ట్రెప్టోమెసిన్, టెట్రాసైక్లిన్ వంటి అనేక అంటోబయోటిక్లను కనుక్కొన్న తర్వాత సూక్ష్మజీవులవర్ణ సంక్రమించే వ్యాధులు సులువుగా అదుపులోకి వచ్చాయి.

**ఆంగ్లమూలము :**

**డా॥ (శ్రీమతి) రాధా భాస్కరన్**  
అనువాదం :

**డా॥ పోరంకి దక్షిణామూర్తి**  
డి. వి. ఆర్. భాస్కరశాస్త్రి

# 137. అగద తంత్రము; భైషజ్య న్యాయప్రక్రియ; పరిశీలన; దాని ప్రాముఖ్యము

(Toxicology & Medico-legal Proce-investigation-importance)

విషపదార్థాలు ఏవి, వాటి ధర్మాలు ఏమిటి, అవి కలిగించే లక్షణాలు ఎట్టివి, వాటివల్ల కలిగే ప్రాణాపాయకర పరిస్థితులు ఎటువంటివి, ఆ విషాల విష గుడుకు ఏ మందులు వాడాలి - అనే అంశాలకు సంబంధించిన శాస్త్రమే అగదతంత్రము (Toxicology).

అసలు విషమంటే ఏమిటి? విషానికి నిర్వచనాలు చాలా ఉన్నాయి. తాగినా, వీల్చినా, మింగినా శరీరం మీద శోచనీయ ఫలితాలు చూపే పదార్థాన్ని సామాన్యంగా విషమంటారు.

ఇక్కడ ఓషధి (Drug) అంటే ఏది? విషము (Poison) అంటే ఏది? - అనే ప్రశ్న వస్తుంది. ఓషధిని అతిగా సేవిస్తే, అది మత్తుపదార్థం (Toxic) గా అయిపోతుంది. అట్లాగే, తక్కువ మోతాదులో సేవించిన సందర్భంలో విషపదార్థమే మందుగా పనిచేస్తుంది. పొరపాటుపలన గాని, లేదా బుద్ధిపూర్వకంగా ఆత్మహత్య చేసుకోవడానికి గాని విషం తీసుకోవడం - అత్యుద్దేశంగా ఉండే వారిలోనూ, ఊణికోద్రేకపరులలోనూ - సామాన్యంగా జరుగుతూ ఉంటుంది.

చై వాహిక సమస్యలూ, కుటుంబ సమస్యలూ తీవ్రంగా ఉన్న కుటుంబాలలోనూ, యౌవన ప్రాదుర్భావ స్థితిలో ఉన్నవారిలోనూ విషం పుచ్చుకోవడం కనిపిస్తూ ఉంటుంది.

ఇక వయస్సు బాగా వచ్చినవారి పరిస్థితివేరు. వైద్యులెని మొండి రోగాలతో బాధపడేవారు, ఉద్రేకపరులు - సామాన్యంగా-ఇట్లా ఆత్మహత్యల

పాలు అయిపోతూ ఉంటారు. అప్పుడప్పుడు తిరుగుబాటు తత్వం కలవారు, వాస్తవ పరిస్థితుల్ని ఎదుర్కోలేనివారు కూడా ఆత్మహత్య చేసుకోవడం కద్దు. ఒక్కొక్కప్పుడు ప్రమాదవశాత్తు విషానికి గురికావడం జరుగుతూ ఉంటుంది. మనోవేదనను తగ్గించి, కొంత ప్రశాంతిని చేకూర్చి, సాటివారితో కలసిమెలసి జీవించే వసతిని కల్పించు మందులు కొన్ని నేడు వాడుకలో ఉన్నాయి. అట్టివానిని తగు మోతాదులో పుచ్చుకొన్నప్పుడు ప్రయోజనం లభిస్తుంది. కాని వానిని మితిమించి పుచ్చుకొన్నప్పుడు మాత్రం విషాలుగా పరిణమించి, ప్రాణాపాయాన్ని కల్పిస్తాయి.

భారతదేశంలో విషసేవనం :- ఈ దేశంలో మనుష్యులు పశువులు, విషం తినడం ఎక్కువ. పశ్చిమ దేశాలతో పోలిస్తే, మన దేశంలో ఆత్మహత్యకోసం విషం తాగడం, ఇతరుని చంపుటకై ఆతనికి ఇవ్వడం ఎక్కువ ఈ రోజులలో ప్రమాదవశాత్తు విషం తీసుకునే సందర్భాలు ఎక్కువ అయిపోతున్నాయి. రసాయనాలు తేలికగా దొరుకుతూ ఉండటమూ, ప్రయోగశాలలు, పరిశ్రమలు ఎక్కువ అవడమూ దీనికి కారణాలు. ఒక్కొక్కదేశంలో ఒక్కొక్క రకపు విషాలకు వాడుక ఎక్కువ; ఒక దేశంలోనే వేరువేరు ప్రాంతాల్లో వేర్వేరు రకాల విషాల వాడుకలో ఉండుట కూడా కనబడుతుంది. ఈ విధంగా వాడుకలో ఉండే విషంలో విషాన్ని గురించి, దాని ఉపయోగం గురించి, అక్కడ ప్రజలకుగల పరిజ్ఞానాన్ని బట్టి ఆ వాడుక ఉంటుంది. ఈ మధ్యనే వస్తున్న సస్య

రక్షణ మందులను, క్రిమి సంహారకాలను, భారత దేశంలో ఆత్మహత్యలకు ఎక్కువగా ఉపయోగిస్తున్నారు. కార్మిక భాస్వరపు మందులును, క్రిమి సంహారకాలను, రైతులకు ఏ లై సెన్సు ఆక్కుల్లే కుండానే సరఫరా అవుతున్నాయి; తేలికగా బజారులో దొరుకుతున్నాయి. భారత దేశంలో థాలియం అనే విషపదార్థపు వాడుక అరుదు. కాని, పశ్చిమ దేశాలలో దాని వాడుక ఎక్కువ; ముఖ్యంగా అచ్చటి పిల్లలు ప్రమాద వశాత్తు ఈ విషం తిని చనిపోతూ ఉంటారు- ఈ థాలియం అనే దానిని ఎటుకలను చంపే విషంగా ఆ దేశాలలో వాడుతారు.

మనిషిని చంపడానికి వాడే విషానికి రంగు, రుచి, వాసన ఉండగూడదు. బోజనంలోనో, పానీయంలోనో, తేలికగా కలిసిపోయేది కావాలి. నెమ్మది నెమ్మదిగా - అంటే కాస్త ఆలస్యంగా - విషం తిన్న లక్షణాలు రావాలి. ఈ రకం విషాలలో ఉల్లిపాపాణపు (ఆర్సెనిక్) విషాలు బలమైనవి. ఈ రోజులలో ఆ విషాలకు ప్రత్యామ్నాయంగా బార్బిట్యురేట్ అనే మందు ఎక్కువగా వాడుకలోకి వచ్చింది.

**ఫైషజ్య న్యాయప్రక్రియ, పరిశీలన, దాని ప్రాముఖ్యము (Medico-legal Procedure-investigation and Importance):**

విషం తాగిన రోగిని తీసుకొని రాగానే మొట్టమొదట వైద్యుడు ఆ రోగికి వైద్యం చేయాలి. రోగి యొక్క వాంతులు, విరేచనం, రక్తం, మాత్రం కొలది కొలదిగ సేకరించి, శీఘ్రంగా రసాయన పరీక్షలు చేసి, విషాన్ని గుర్తించి, దానికి సరిష్ట వైద్యం చేయవలసి ఉంటుంది. అన్ని రకాల విషాలకీ పనిచేసే విరుగుడు ఒకటి ఉంది. అది ఏమిటంటే బొగ్గుతో కాల్చిన మెగ్నీషియాతో సమ్మిళితమైన టానిక్ ఆవుం. అది సిద్ధంగా లేక

పోతే, కోడిగుడ్డుసొన వాడవచ్చు. అది, కణజాలాలు ఇంకా చెడిపోకుండా అపి, విషచూషణాన్ని ఆలస్యం చేస్తుంది. అతిశీఘ్ర రసాయన విశ్లేషణ పద్ధతి మన దేశంలో లేకపోవడం వల్ల రోగి లక్షణాన్ని బట్టి, వెంటనే తాత్కాలిక వైద్యం ప్రారంభిస్తారు. పరీక్షల ఫలితాలు తెలిసిన తరువాత నిర్దిష్ట వైద్యం మొదలు పెడతారు ఈ పరిస్థితులలో ఆ విషప్రయోగపు వివరాలు, లక్షణాలు, గుర్తులు, ఇతర సాక్ష్యాలు, జాగ్రత్తగా అన్నీ పొందుపరచాలి. రసాయన పరీక్షల తరువాత రోగికి విషం ఇచ్చి నట్లు వైద్యుడు అనుమానిస్తే, ఆ సమాచారం పోలీసువారికి అందజేయాలి.

ఇట్టి సందర్భాలలో, నేర పరిశోధనకు, సాక్ష్య నిర్ధారణకు చట్టం - సర్వసామాన్యంగా-వైద్యశాస్త్రం మీద, విజ్ఞానశాస్త్రం మీద ఆధారపడుతుంది. నవ సమాజంలో, సరిగా న్యాయం జరగడం కోసం శాస్త్రీయమైన సాక్ష్యంమీద న్యాయస్థానాలు రాను రాను ఎక్కువగా ఆధారపడుతున్నాయి. పరిస్థితులనుబట్టి, ప్రత్యక్ష సాక్షులవల్ల లభించే సాక్ష్యం మీద తక్కువగా ఆధారపడుతున్నాయి. అర్థం చేసుకొని సరిగా వ్యాఖ్యానించి, జాగ్రత్తగా వినియోగిస్తే, శాస్త్రీయమైన సాక్ష్యం చాలా విశ్వసనీయంగా ఉంటుంది. ఇక తక్కిన పద్ధతుల వలన- అంటే ఇతర వ్యక్తుల లేదా పరిసరాల వలన - లభించే సాక్ష్యం సర్వసాధారణంగా తోపరహాంగా ఉండదు.

**ప్రాధ్యికాక వైద్యవిజ్ఞానం (Forensic Medicine or Legal medicine)** అనేది వైద్య శాస్త్రంలో ఒక భాగం. ఇది చట్టరీత్యా అవసరమైన సందర్భాలలో న్యాయశాస్త్రీయ విషయాలపై వైద్య విజ్ఞానాన్ని ఉపయోగిస్తుంది. ప్రాధ్యికాక వైద్యవిజ్ఞానానికే పర్యాయపదంగా **ఫైషజ్య ధర్మ శాస్త్రం (Medical Jurisprudence)** అనే



పదాన్ని వాడుతున్నారు. కాని అట్లా వాడగూడదు. భైషజ్య ధర్మశాస్త్రం అనేది ప్రాధ్యైవాక వైద్య విజ్ఞానంతో సంబంధించినదే అయినా అది చట్టంలో ఒక ప్రత్యేక భాగం. వైద్యవృత్తికి సంబంధించి. చట్టరీత్యా ఉన్న అంశాలను అది తెలియజేస్తుంది.

మరికొంత వివరంగా చెప్పితే, ఈ రెండు పదాల లోని తేడా సుస్పష్టమవుతుంది. చట్టసంబంధ సమస్యలను సాధించడానికై చట్టసంబంధపు అధికారులు ఉపయోగించే వైద్యశాస్త్ర భాగాన్ని ప్రాధ్యైవాక (Forensic) వైద్యవిజ్ఞానం అంటారు. అన్ని రకాల వైద్యవిజ్ఞానాన్ని, ఎప్పుడు, ఏ అవసరం వచ్చినా, చట్టం ఉపయోగించుకుంటుంది; వృత్తి రీత్యా ఏ వైద్యుడైనా న్యాయస్థానంలో ధ్రువీకరణ సాక్ష్యం ఇయ్యవలసి ఉంటుంది. స్థూలంగా చూస్తే ప్రాధ్యైవాక వైద్యవిజ్ఞానం ఒక ప్రత్యేక శాస్త్రం ఏమీకాదు. అందులో అన్ని వైద్యశాఖలూ కలిసే ఉంటాయి. అనాటమీ, ఫిజియాలజీ వగైరాలు ఇవన్నీ, ఈ భాగంలో ఉంటాయి. అంటే ప్రాధ్యైవాక వైద్యవిజ్ఞానంలో ప్రావీణ్యాన్ని ఆర్జించిన

వైద్యునకు అన్ని వైద్యశాఖలలోను తగినంత మౌలిక జ్ఞానం అవసరం.

భైషజ్య ధర్మశాస్త్రం అనేది చట్టంలో ఒక భాగం. వైద్యునికి ఆ శాఖను గురించి తెలియవలసిన అవసరం ఉంది చట్టరీత్యా తనకుగల హక్కులు, బాధ్యతలు, విధులు వైద్యునికి తెలియాలి. అవి తెలియడంవల్ల తన వృత్తిలో వైద్యుడు, చట్టంతో ఘర్షణపడే విషయపరిస్థితి రాదు.

ఒక్క ముక్కలో చెప్పాలంటే, చట్టంలో ఉన్న వైద్యసంబంధ విషయసంపత్తి ప్రాధ్యైవాక వైద్యవిజ్ఞానం అవుతుంది; వైద్యవృత్తిలో ఉన్న చట్టసంబంధ విషయసంపత్తిని భైషజ్య ధర్మశాస్త్రం అంటారు. వైద్యులు, తమలో తాముగాని, రోగులతోగాని, ప్రభుత్వంతోగాని, వ్యవహరించేటప్పుడు అనుసరింపవలసిన నైతిక నియమావళినే భైషజ్య నయశాస్త్రము (Medical ethics) అంటారు.

ఆంగ్లమూలం : డా॥ జి. ఆర్. భాస్కర్

తెలుగు :- పోరంకి దక్షిణామూర్తి.

డి. వి. ఆర్. భాస్కర శాస్త్రి

## 138. రోదసి వైద్య శాస్త్రం

పరిచయం :

పక్షులలాగ ఆకాశంలోకి ఎగరాలని మనిషి ఎప్పుడూ ఆకాంక్షించేవాడు. లంక నుంచి అయోధ్యకు రావడానికి రామునికి ఇంద్రుడు ఒక విమానం ఎరువు ఇచ్చినట్టు మన పురాణాలలో కనిపిస్తుంది. దేవతలకు రెక్కలు ఉన్నట్టు కూడ పురాణాలలో చిత్రించారు. 15వ శతాబ్దంలో, పక్షి లాగ కనిపిస్తూ గాలిలో ఎగుర గలిగే యంత్రం

బొమ్మ ఒకటి లియనార్డో డా విన్సీ అనే ఆయన గీశాడు కూడా. గత శతాబ్దంలో పెద్ద కూర్చాక ముల (gondors) సాయంతో మనిషి అంత రిక్షంలోకి పయనించగలిగాడు. ఈ శతాబ్ది ప్రారంభంలో రైల్వే సోదరులు గాలిలోకి ఎగిరి నప్పటినుంచి గాలిలో ప్రయాణం చేయడం తేలిక అయిపోయింది. 30,000 అడుగుల ఎత్తులో ఎగర గలిగే జెట్ విమానాన్ని మనం ఎరుగుదుము.

రోదసీ యానానికి సంబంధించిన వైద్య ప్రక్రియలో రెండు భాగాలు ఉన్నాయి. ఒకటి - రోదసీ నౌక నిర్మాణానికి, చోదనానికి సంబంధించినది; రెండోది - రోదసీ పరిసరాల (Space environment) కు సంబంధించినది. రోజులూ, వారాలూ నిర్ణీతమైన, విపరీతమైన పరిసరాలలో ఏకాకిగా ప్రయాణం చేస్తూ, లోపల ఉంటున్న వారి అన్ని శారీరక అవసరాలు తీరుస్తూ, జీవించడానికి వీలుగా ఉండే సీలువేసిన ఒక గదిని రూపొందించి నిర్మించడానికి పూనుకోవడం బృహత్కార్యం. దీర్ఘకాలికంగా నీటి అడుగున చేసే జలాంతర్గామి యానానికి, రోదసీయానానికి ఉండే అవసరాలు ఒక విధపువే. జలాంతర్గామిలోని వారు పీల్చే గాలి యొక్క సంఘటనమూ, పీడనమూ దాని సిబ్బందికి పీల్చేంత అనుకూలంగా ఉండాలి. అంత రాశిము (cabin) లో ఉష్ణోగ్రత, తేమ, ఆహారం, నీటి సరఫరా, ఇతర ఆరోగ్య వసతులు, నిద్రకూ వినోదానికి తగిన సదుపాయాలు, ఇవన్నీ కూడ ప్రయాణీకులకు అనుకూలంగా ఉండాలి.

ఎత్తు ఎక్కువ ఉన్నదంటే వాతావరణ పీడనం తక్కువగా ఉన్నదన్నమాట. ఆక్సిజన్ పీడనంలో తరుగుదలతోపాటు, శరీరంలోపలి వాయు పరిమాణంలో పెరుగుదల ఏర్పడుతుంది సముద్రమట్టానికి అలవాటు పడిన మనిషి, 10-12 వేల అడుగుల ఎత్తున ఉన్న ఆక్సిజన్ పీడనాన్ని భరించగలుగుతాడు. ఆక్సిజన్ పరితృప్తతలో ఏ మార్పు ఉండదు. 12 వేల అడుగుల కంటే ఎక్కువ ఎత్తులో హైపోక్సియా మరీ ప్రస్ఫుటం కావడంవల్ల ఆదనపు ఆక్సిజన్ ఉపయోగిస్తారు. 30-35 వేల అడుగుల ఎత్తులో 100% ఆక్సిజన్ శ్వాసిస్తే, సాధారణ ఆక్సిజన్ పరితృప్తిని నిలబాటుగా కలిగి ఉండవచ్చు. గాలి పీడనం తగ్గడంవల్ల మరొక ఫలితం ఏమిటంటే, శరీరం లోపలి నాళాలలో ఉన్న వాయువు వెలుపలికి రాకుండా నిలిచిపోవడం.

ప్రేగులలోని వాయువు, మధ్య చెవిగాలి, నైసన్ గాలి ఈ విధంగా నిలిచిపోతాయి వాయువు బయటకు పోలేకపోతే, నొప్పి, ఘాత, చివరకు మరణం కూడా సంభవించవచ్చు. ఘాతానుండి వచ్చే ముక్తి ష్కాంతర వాయువుతోనో, శరీర కుహరాలలో రోగిలక్షణాల వలన వచ్చే వాయువులతోనో బాధపడే వారు తక్కువ గాలిపీడనానికి లోను కాకూడదు.

రూప కల్పనలోనూ, ఇంజనీరింగ్ లోనూ పురోభివృద్ధివల్ల, మానవుని మామూలు పరిసరాలకు ఎక్కువ తేడాలేని రోదసీ నౌకను నిర్మించవచ్చు. ఉదాహరణకి, బయలుదేరేటప్పుడును, తిరిగి భూ వాతావరణాన్ని ప్రవేశించేటప్పుడును భూమ్యాకర్షణ శక్తికి 4-8 రెట్లు త్వరణం సామాన్యంగా నౌకలు పొందవలసి ఉన్నా, త్వరణం పొందే కాలాన్ని పెంచి, త్వరణం విలువ భూమ్యాకర్షణ శక్తిలో ఒక స్వల్పభాగం మాత్రమే ఉండేలాచేయవచ్చు. కొంచెం ఇంచుమించు బొమిమీద సముద్రమట్టంలో ఉండే వాతావరణం వంటిదే ఉండేలా, ప్రస్తుతపు సోవియట్ రోదసీ నౌకల అంతరాళాలను నిర్మిస్తున్నారు. (భారరాహిత్య ఫలితాన్ని నివారించడం కోసం అవసరమైతే నౌకను పరిభ్రమింపచేసి, భూమి మీద ఉండేటంత త్వరణం (acceleration) జనింప చేయవచ్చు). ప్రస్తుత రోదసీ యాత్రా యంత్రాంగపు ఇంజనీరింగ్ లోచాలా ఒడుగుబాటులు ఉన్నాయి. చోదక వ్యవస్థలలో ఉండే హద్దులు కారణంగా ఈ ఒడుగుబాటులు అవసరమయ్యాయి.

రోదసీలో మానవుని శారీరక స్థితి (Physiology):

I. నాడీ కండర (న్యూరోమస్క్యులర్) వ్యవస్థకు సంబంధించినవి :- కండరాలు ఎప్పుడూ ఒక విధమైన తన్యత (tension) లో ఉంటాయి. నిలిచి ఉన్న కండరాలు నిలిచినట్టు ఉండటానికి, ఎక్కువ బిగువుగా అవి అట్లా ఉండవలసి

ఉంటుంది. భూమ్యాకర్షణకు వ్యతిరేకంగా కండరాలు పనిచేసే సందర్భం అది. ఆ కారణంగానే కండరాలకి శ్రమ (strain) ఎక్కువ అవుతుంది. (శరీరం ఉన్న తీరు మారుతూ ఉంటే, కొన్ని కండరాలు గురుత్వాకర్షణకి వ్యతిరేకంగా పనిచేస్తూ ఉంటాయి. ఉదాహరణకి, మనిషి నడిచేటప్పుడు, మొందెం ముందుకూ వెనక వైపు ప్రక్కకూ వంగుతూ ఉంటుంది. ఆ విధంగా ఎత్తిన కాలిమీద గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని అది వ్యతిరేకిస్తుంది రెండో కాలు నేలను వెనక్కుతొసి శరీరాన్ని, ముందుకూ పైకి నడుపుతుంది. శరీరానికి బరువు లేకపోతే ఈ కాలు శరీరాన్ని నేలనుండి దూరంగా తోసి వేస్తుంది భూమ్య గురుత్వ క్షేత్రంలో జరిగేది ఇదే.)

రోదసిలో మనుష్యుని ఉంచితే, అతడు అక్కడ ఉండటమూ, అట్లా ఉన్న కాలమూ, తిరిగి రావడమూ అనే మీద మూడు రకాల వ్యథ (Stress) లను కలిగిస్తాయి.

1. భార రాహిత్యం :- కళ్లు, చెవులలోని ఆర్థ వృత్తాకారపు కాల్యలు, పీడన గ్రాహకాలు (Pressure receptors), కండరం కదుళ్లు (muscle spindles) కలిగించే తన్యతలు మొదలైన వాటివల్ల మనిషికి తన స్థానం తెలుస్తుంది. భారరహిత స్థితికి ఈ అంశాలపై ప్రభావం ఉంది. ఆర్థచందాకారపు కాల్యలలోని శ్రవప్రస్థరాల (otoliths) మీద గురుత్వాకర్షణ ఉండదు. (గురుత్వ వ్యతిరేక కండరాలు నడలి ఉండి జ్ఞానస్పందాలు అసలు జనించవు. పీడన గ్రాహకాలకు పీడనం ఉండదు.) భూమి నుండి దూరంగా పోయినకొద్దీ గురుత్వబలం తగ్గి పోతుంది; భూ కేంద్రం నుండి ఉండే దూరపు వర్గానికి విలోమంగా ఆ గురుత్వబలం తగ్గిపోతుంది.

2. బయలుదేరుపుడు, దిగివచ్చుడు రోదసి ప్రయాణంలో వక్ర మార్గంలో దిశలో భేదం నల్ల అధిక భూమ్యాకర్షణ కేంద్రాపసారక త్వరణ సూత్రం ముఖ్యంగా వర్తిస్తుంది. రోదసి యానంలో

దగ్గర దగ్గరలో మలుపులు (Sharp turns) వంకర బొంకర ప్రయాణాలూ ప క్రియాలు. బయలు దేరేటప్పుడు, బయలు దేరింపుడు. రేఖీయ, కోణీయ త్వరణాలు ఉంటూ ఉంటాయి. అవి కృత్రిమంగా ఒక విధమైన ఆర్థణ శక్తిని కలిగిస్తాయి.

3. వికిరణము (Radiation) :- ఆయా కారకాల అయస్కరణ సామర్థ్యాన్ని బట్టి వికిరణ వల్ల కలిగే ప్రమాదం ఉంటూ ఉంటుంది. చాలా స్వల్పమైన లోతునకు మాత్రమే అల్ప, బీటా కణాలు ప్రవేశించగలవు. అవి కండరంమీద తమ ప్రభావం ఏమీ చూపలేకపోవచ్చు. కాని ఎక్కువ శక్తివంతమైన కణాలు మెదడుకణాలను నాశనం చేస్తాయి. ఆ మెదడు కణాలు చలనశీలత (Motor activity)ని నియంత్రితం చేస్తాయి. కనక అవి దెబ్బతింటే కండరమండలం కూడా సరిగా పని చేయదు. మొత్తంమీద నాడీ కండర మండలం స్వల్ప రోదసి ప్రయాణాన్ని తట్టుకోగలిగి భార రహిత స్థితిలో సరిగానే పనిచేయగలుగుతుంది.

## II. త్వరణం (Acceleration)

అభిశీర్షత్వరణానికి నిరంతరాయంగా లోను కావడంవల్ల కలిగే ఫలితాలు ఈ విధంగా ఉంటాయి.

1. రక్త భారమూ, పేళికా భారమూ పెరుగుతాయి.

2. రక్తభారం పెరగడంవల్ల రక్తపీడనం తగ్గుతుంది ఆ తగ్గుదలవల్ల దృష్టి, స్మృతి మూల్యుగా ఉండక దెబ్బ తింటాయి. ఇది సెకనులలో పీడన ప్రతిచలన (Pressure reflexes)లను కలిగిస్తుంది. దానితో ధిమను లో పీడనము, మెదడులో ప్రసరణము పెరుగుతాయి. క్రమంగా దృష్టి, స్మృతి మళ్ళీ స్థిమిత పడతాయి.

3. ఊపిరితిత్తుల పనిచేయు సామర్థ్యంలో తరుగుదల, జీవసత్తా (vital capacity) లో తగ్గుదల,

చెమటపోసి ఆరుటలోని నిష్పత్తిలో విభంగత ఏర్పడతాయి.

పాదాభిముఖ (foot ward) త్వరణం, భూమ్మాకర్షణకు మూడురెట్లు ఎక్కువగుటవలన కలిగే ఫలితాలు ఈ విధంగా ఉంటాయి : 1. కెరోటిడ్ సైనస్‌లో పీడనం పెరుగుతుంది, మ స్తిష్కము లోని వేగనాడి (vagus) యొక్క క్రియాశీలత ఎక్కువగుతుంది. తత్ఫలితంగా నాడి తక్కువ వేగంతో కొట్టుకొనుట, గుండె స్పందనలో మార్పు దల కలుగుతాయి.

2. ధమని-సిరలమధ్య పీడనభేదం (arterio venous pressure differential) శూన్యమైపోయి, మెదడు నందలి ప్రసరణ శక్తి (perfusion) పూర్తిగా ఆగిపోవచ్చు.

3. ఈ పరిస్థితులలో సంభవించే జలస్థితికపు (Hydrostatic) విపరీతపు ఒత్తిడులవలన, ఎక్కువగా ఉబ్బిపోయేడు చిన్న సిరలు చిట్టడం ద్వారా మచ్చలుమచ్చలుగా అటనట రూపొందే విపరీత రక్తస్రావం కూడా కలుగవచ్చును. మెదడులోనూ, మెదడు దగ్గరలోనూ అస్వస్థత (discomfort) కూడా ఈ ఒత్తిడివలన ఏర్పడుతుంది.

III. మానసిక కల్లోలాలు (mental disturbances) :

1. దీర్ఘకాలం ఒంటరిగా ఉంటుండల్ల వ్యక్తి త్వంలో మార్పులు.

2. పరోక్ష జాలికా క్రియాశీలత (Indirect reticular activation) లేకుండా, ఆపరోక్షపు త్వక్ క్రియాశీలత (direct cortical activity) మాత్రమే కుదురుకొనడంవలన ఒకదానికొకటి సంబంధంలేని (non-integrated) మానసిక స్థితులకు, దారి ఏర్పడవచ్చునని కొందరి అభిప్రాయము.

IV. హృత్ ద్రోణివా అవ్యవస్థలు (cardio-vascular disorders)

హృత్కోశ విరతి (cardiac infraction); ద్రోణికావరోధము (embolisation) వల్ల గానీ, ప్రాణ వాయులోపత (hypoxia) వల్లగానీ ఇది వస్తుంది.

V. జఠరికాంత్రికాలు (gastro intestinals):

ఈ లక్షణాలు పరివేదన (stress), పరివ్యథ (strain)లవల్ల కలుగుతాయి.

1. వ్యధాశీల కోలిక (irritable colon).

2. దాహప్రణం ఏర్పడటం.

3. వాయుపీడితాంత్రము (న్యూమాటోసిస్ ఇంటెస్టినాలిస్.)

4. అగంతుక కృమిక శోప (acute appendicitis)

5. విషమ అంత్రకోలికాశోప (Necrotising enterocolitis)

VI. సంక్రమణ వ్యాధులు, వాపులు :- గ్లాకో కార్డికాయిడ్ అనబడు హార్మోను వలన సంక్రమణ శీలత పెరుగుతుంది. బాక్టీరియా వంటి సూక్ష్మజీవ వ్యాప్తిని ఇది అధికం చేస్తుంది.

VII. అంతస్సావిక ఎండోక్రిన్)లో మార్పులు: ADH, ఆల్డోస్టెరెన్, స్ట్రెస్సా, అంజియో టెన్సిన్ల స్థాయిలు రోదనీ యాత్ర తర్వాత పెరుగుతాయి. కార్డియో వాస్కులర్, దవ విద్యు ద్విశ్లేషణ (fluid electrolyte) పరీక్షలు ఆ విషయాన్ని తెలియ జేస్తాయి.

VIII. ఇతర మార్పులు :- మెర్క్యూరీ, జెమిసి, అప్రోలో పరంపరలకు చెందిన అంతరిక్ష నౌకలలో అనేకపు ఒదుగుదలలు (adaptation) కనిపిస్తు

న్నాయి. మనుష్యులు పని చేయడం, తినడం, త్రాగడం, మలమూత్ర విసర్జనం వీటిలో పెద్ద మార్పులు లేవు. కష్ట్యలో తిరిగిన తొలిరోజులలో, నావికుల బరువు తగ్గడం బాగా కనిపించింది. కొంతవరకు నీరు త్రాగడం తగ్గడంవల్ల, నిల్వనీరు తగ్గుటయే దీనికి కారణం అని భావించారు. ఘన మిల్లీ మీటరుకు 20 000 మొ॥ 30,000 వరకు కణాలు ఉండేలాగ అవర్టికా కణపృద్ధి(లుకోసైడోసిస్, చాలా మంది రోదసి యా తిక్కులలో కలిగింది. దీనికి పరివేదనా స్థిరీరణ (stress immobilisation) కారణం కావచ్చు. అంతరిక్ష కష్ట్యలో తిగేటప్పుడు ఎర్ర రక్త జాల సంఖ్య తగ్గినట్టు విదిత మవుతున్నది. దీనికి అధిక ప్రాణవాయు తన్యత కొంతవరకు కారణం కావచ్చు. భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ పరిధిలోకి వచ్చిన తరువాత నావికులలో ప్రాణంబక అధితన్యత (orthostatic hypotension) కన్పడుతుంది. రక్తపరిమాణం తగ్గడమూ, గురుత్వాకర్షణకి లోబడగానే హృత్ ద్రోణికా(cardio vascular) మండలం సరిగా పనిచేయక పోవడమూ దీనికి కారణాలు. (ఖర రహిత స్థితి ఏర్పడగానే కాల్షియం నిల్వలు తగ్గుతాయి. ఇటుల కాల్షియం నిల్వలు తగ్గగనే, ఎముకలలో ఖనిజభాగం తగ్గుతుందని నిరూపితమైనది. అయితే ఇది అంత ముఖ్య విషయంకాదు). 2 వారాలలోపు రోదసి యాత్రలలో విద్యుత్ విశ్లేషకపు (electrolyte) మార్పులు నిలకడగా ఉండవు. పొటాషియం మొత్తమున తరుగుదలవల్ల, రోదసి యాత్రలోనూ, ఆ తర్వాత 24 గంటలవరకునూ పొటాషియం విసర్జనం తగ్గుతుంది.

IX. యాత్రిక లోపాలు :- అనుకున్న ప్రకారంగాని, అనుకోకుండాగాని రోదసి దుస్తులలో పీడనం

తగ్గగానే, విపీడన వ్యాధి కలగడానికి అవకాశం ఎక్కువ. నెమ్మది నెమ్మదిగా ఆ మార్పు జరగవలసి ఉంది. (14.7 రెట్లు వాతావరణ పీడనాన్ని తట్టుకోడానికి కాబిన్ చాలా బలమైనదీ, బరువైనదీ అవసరమవుతుంది.)

సామాన్యంగా రోదసిలో జీవన చర్యకై రోజుకు 2900 కిలో కేలరీల శక్తి అవసరమవుతుంది అది 600L .6 kg) అక్సిజన్ 500 L 1kg) ల కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్ ఉపయోగించుకొంటుంది. ద్రవం పంపిణీ కన్వర్షన్ లో అల్ప ఉన్న అక్సిజన్ ను గ్రహించడంవల్ల అక్సిజన్ లోపాన్ని పూరించుకోడానికి వీలౌతుంది. లిథియం హైడ్రాక్సైడ్ ఉన్న స్రు-బర్ లోనుంచిగాని, అణుజలైడ(molecular sieve) లో నుంచిగాని, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ను పంపుతారు. అసంపూర్ణంగా కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్ ను తొలగించడం వల్ల ఊపిరితిత్తుల శ్వాసనత (Pulmonary Ventilation) కలుగుతుంది. కాబిన్ పీడనం తగ్గిపోతే, విషమ పరిస్థితులు-వాయుగళిక (Pulmothorax) వాయురోధనం(gas embolism), మరణం-సంభవిస్తాయి. ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాల నిర్మాణ లోనూ, భౌతిక, రసాయన, జీవశాస్త్రాలలోనూ అభివృద్ధి లేకుండా రోదసివైద్యశాస్త్రం పురోగమించ జాలదు. (చంద్రునిజేరి, మనుష్యుడు కొన్నాళ్ళు ఆక్కడ ఉండి వచ్చాడు. సమీప భవిష్యత్తులో మానవుడు ఇతర గ్రహాలకు వెళ్ళిరాగల డేమో, ఎవరు చెప్పగలరు.)

డా॥ యన్ వేంకటేశ్వరరావు

# 139. కేన్సర్ వ్యాధికి రేడియం చికిత్స - రాసాయనిక చికిత్స

## (Radio Therapy Including Cancer Chemo - Therapy)

చాలా మందికి కేన్సరు మారణ వ్యాధి అని తెలుసు. కాని దానిని గురించి వివరములు తెలియవు. దానివలన కేన్సరును చాలా ముందుదశలో గుర్తించక, రోగము ముదిరినప్పుడు వైద్య సంహాకు వచ్చుదురు. కేన్సరు వ్యాధిని పూర్తిగా తగ్గింపలేమని, చాలా మందికి ఆభిప్రాయము కలదు. సరియైన కాలములో ప్రారంభదశలో కేన్సరు వ్యాధిని కనిపెట్టినయెడల కేన్సరు వ్యాధిని తప్పక నిర్మూలించవచ్చును. ఏమనిషికైనా కేన్సరు వ్యాధి అనుమాన మున్న యెడల, తక్షణమే సరియైన వైద్యసలహా పొంద లెను. వైద్యుడు- రక్తపరీక్ష, యెక్స్రే మొదలగు - పరీక్షలుచేసి, రోగనిర్ణయము చేయును.

**కేన్సరు వ్యాధిని సూచించు కొన్ని ముఖ్య లక్షణములు :**

1. చాలకాలము వరకు శరీరములో ఏ భాగములోనైనా తగ్గని పుండు.
2. స్తనములలో కాని వేరు ప్రదేశములలో గాని పెరుగుచున్నవాపు లేక గడ్డ.
3. నవరంధ్రములో దేనినుంచైనా రక్తస్రావము.
4. పుట్టువచ్చు పెద్దదగుట.
5. మ్రొంగునపుడు కష్టము, లేక అజీర్ణ లక్షణములు.
6. గొంతుక బొంగురు పోవుట, లేక ఎన్ని మందులు వాడినను తగ్గని దగ్గు.

7 రక్త విరేచనములు లేక మలబద్ధకము.

ఈపైన చెప్పిన లక్షణములు ఉన్నంత మాత్రమున కేన్సరు వ్యాధి ఉన్నదని భయపడనక్కరలేదు. కాని వైద్యుని సలహాను త్వరగా పొందవలయును.

**కేన్సరునకు వైద్యము :**

కేన్సరు వ్యాధిని శస్త్రచికిత్స వలనగాని, యెక్స్రే, రేడియం కిరణములు, ఇంజక్షనుబలన గాని నయము చేయవచ్చును. ఇవిగాక, రేడియో యాక్టివ్ ఐసోటోపులు, హార్మోనులవల్ల కూడా వైద్యము చేయవచ్చును వివిధ రకముల కేన్సర్లకు వివిధ రకములైన పద్ధతులను వాడవచ్చును. నోటిలో, గొంతుకలో, శ్రీం గర్భాశయములో, చర్మములో, లింఫా గ్రంథులలో వచ్చు కేన్సర్లు కేవలము రేడియేషన్ వైద్యమువలననే నిర్మూలించవచ్చును. శ్రీం రొమ్ములలో వచ్చు కేన్సర్లకు శస్త్ర చికిత్స చేసిన తరువాత, రేడియేషను వైద్యము చేయుదురు.

**రేడియేషన్ (కరెంటు) వైద్యము :**

ఈ పద్ధతి వైద్యము చాలాపు 50 సంవత్సరముల నుండి ప్రాముఖ్యముతోనికి వచ్చినది. 1896వ సంవత్సరమున, రాంజన్ అను జర్మన్ శాస్త్రవేత్త యెక్స్- కిరణములను కనిపెట్టి కేన్సరు వైద్యమునకు మార్గమును చూపించెను. ఈ పద్ధతి

రాకముందు శస్త్రచికిత్సవలన కొన్ని రకముల కేన్సరులను నిర్మూలించుటకు వీలులేకుండెను. మేడమ్ క్యూరీ అనునామె రేడియమ్ అను మూల పదార్థమును కనపెట్టి మానవ లోకమునకు అపార సేవ చేసెను. మొదట ఈ యక్స్-రే, రేడియం కిరణములు (గామా కిరణములు) పరిమిత ఉపయోగింప బడినవి. దాదాపు 25 సంవత్సరముల నుండి కోబాల్టు కిరణములు ఉపయోగములోనికి వచ్చినవి. ఈ కోబాల్టుకూడా గామా కిరణములను ఇచ్చును. కోబాల్టును మన దేశములో కూడా బొంబాయిలో తయారు చేయుచున్నారు. యక్స్-కిరణములు, గామాకిరణములు, కేన్సరు కణములను నాశనము చేయును. దేహములో అన్ని రకముల కేన్సర్లను ఈ కిరణములవల్ల నయము చేయలేముగాని, చాలా రకముల కేన్సర్లను తగ్గించగలము.

ముఖ్యముగా రేడియేషనువల్ల తగ్గించు వ్యాధులు; వాని వివరములు :

1. నోటిలోను, నాలుక మీద, బుగ్గమీద, దంతముల మీద వచ్చు కేన్సర్లు.
2. గొంతుకలోను, అహారనాళములో వచ్చు కేన్సర్లు.
3. స్త్రీల గర్భాశయము వద్ద వచ్చు కేన్సర్లు.
4. స్త్రీల రొమ్ములో వచ్చు కేన్సర్లు.
5. లసికా గ్రంథులలో వచ్చు కేన్సర్లు.

1. నోటిలోను నాలుక మీదవచ్చే కేన్సర్లు:

సాధారణముగా ఇది ఒక చిన్న పుండుగా బయలు దేరును. ఇది నొప్పితోనే పుండుగా చాలా కాలము ఉండును వైద్యుని వద్దకు వెళ్ళిన యెడల ఈ పుండు నుండి చిన్న ముక్కను కోసి రోగ నిర్ణయము చేయును. తరువాత రేడియం సూదుల వలనగాని, యక్స్-రే లేక కోబాల్టు కిరణముల వలనగాని, దానికి వైద్యము చేయబడును. ఈ

వైద్యము చేయుటకు 2-4 వారములు పట్టును ఎక్కువగా బాధలు ఉండవు. వైద్యము చేసిన రెండు నెలలో పూర్తిగా రోగనిర్మూల మగును. రోగారంభపు దశలో చికిత్సను మొదలిడిన యెడల రోగమును పూర్తిగా తగ్గింపవచ్చును. కాలమును వృథాచేసి రోగమును ముదురనిచ్చిన యెడల ఈ రోగము తగ్గదు.

2. గొంతుకలోను, స్వరపేటిక (Voice-Box) లోను, అహార నాళములోను వచ్చు కేన్సర్లు :

ఈ వ్యాధులను కోబాల్టు కిరణములవలన బాగుగా కుదర్చవచ్చును.

3. స్త్రీల గర్భాశయమున వచ్చు కేన్సర్లు

మన రాష్ట్రమున ఈ వ్యాధి ఎక్కువగా ఉన్నది. బాల్యమున వివాహము చేసుకున్న స్త్రీలకును, ఎక్కువగా సంతానము కలిగిన స్త్రీలకును, ఇది తరచుగ వచ్చును. ప్రారంభ దశలో ఈ వ్యాధిని కనుగొన్న యెడల నూటికిఎనభై మండికి పూర్తిగా రోగనివృత్తి చేయవచ్చును. దీనికి రేడియం సూదులు మరియు కోబాల్టు వైద్యము చేయబడును. చాలమంది స్త్రీలలో రేడియం సూదుల వల్ల అమిత బాధలు కలుగవచ్చునను ఒక అపోహ కలదు. ఇది ఏ మాత్రమును నిజముకాదు.

4. స్త్రీలకు రొమ్ములలో వచ్చు కేన్సర్లు :

ఈ విధపు కేన్సరు ఉన్నదని అనుమాన మున్నప్పుడు తక్షణమే వైద్యసలహా పొందవలెను. ఆరంభ దశలో ఉన్నయెడల, శస్త్రచికిత్స చేసిన తరువాత రేడియేషను వైద్యము చేయబడును. రోగము ముదిరియున్న యెడల కేవలము రేడియేషను వైద్యము మాత్రమే చేయబడును.

5. లసికా గ్రంథులలో వచ్చు కేన్సర్లు:

హాడ్జిన్ వ్యాధి (Hodgkin Disease) మొద

లగు వ్యాధులు ఈ వర్గములోనికి వచ్చును. దీనిని కేవలము రేడియేషన్ వైద్యము వలననే నిర్మూలించవచ్చును. మన రాష్ట్రములో రేడియేషను వైద్యము పెద్ద ఆసుపత్రులలో మాత్రమే ఉన్నది. ప్రైదరాబాదు, విశాఖపట్టణము నగరములలో మాత్రము కోబాల్టా వైద్యము ఉన్నది. అనతి కాలములో అన్ని ఆసుపత్రులలో కోబాల్టా వైద్యము చేయు యంత్రముల స్థాపనకు ప్రయత్నము జరుగుచున్నది. విదేశములలో లినియార్ ఏకే లేటరు (Linear Accelerator), బీటాట్రాన్ (Beta-tron) అను కొత్త రకముల యంత్రములు వాడుచున్నారు.

#### రాసాయనిక చికిత్స (కెమోతెరపీ):

ఇది మందులవలన చేయు కేన్సరు వైద్యము. ఈ విధానము ఇరవై సంవత్సరములనుండి అభివృద్ధి చెందిన దేశాలలో ఎక్కువగా వాడుకలో ఉన్నది. మన దేశములో కూడా దీనిని ఇప్పుడు వాడుచున్నారు. కాని ఈ మందులు విరివిగా దొరుకుటలేదు. సైక్లో ఫాస్ఫమైడ్ (Cyclo Phosphamide), మైటో మైసిన్ (Mitomycin), మెతో ట్రెక్సేట్ (Methotrexate), మైలిరాన్, (Myleran), లూకెరాన్ (Leukeron), 5-ఫ్లోరోరాక్

(5 - Flurourack) అను మందులు ఎక్కువగా వాడబడుచున్నవి. మందులవలన రోగమును అదుపులో పెట్టవచ్చునుగాని ఘోరిగా నిర్మూలనము చేయలేము.

#### హార్మోను వైద్యము (Harmone Therapy :

ఇది ముఖ్యముగా స్త్రీల రొమ్ములలో ముదిరిన కేన్సరునకు వాడబడుచున్నది. దీనివలన కొన్ని నెలలవరకు జబ్బును తగ్గింపగలము. ఈస్ట్రోజన్లు (oestrogens), ఆండ్రోజన్లు (Androgen) మందులు ఈ వైద్యమునకు వాడబడును.

ఈ పైన చెప్పబడిన వేరు వేరు పద్ధతులు కేన్సరు వ్యాధిని నిర్మూలించుటకు వాడబడుచున్నవి. ప్రారంభదశలో రోగమును గుర్తించిన యెడల ఈ వ్యాధిని తప్పక జయింపగలము. ప్రజలలో ఈ వ్యాధిని గురించి ప్రచారము చేసినయెడల ప్రయోజనముండును. వారాపత్రికలు, రేడియో, టెలివిజను పద్ధతులను ఇందులకై ఎక్కువగా ఉపయోగించు అవసరమున్నది.

డా॥ వి. కృష్ణమోహన్ రావు.

## 140. కేన్సరుకు రోగనిదానము - శస్త్ర చికిత్స

(Pathological diagnosis & Surgical Treatment of Cancer)

కేన్సరు అనే వ్యాధిని తెలుగులో 'పుట్టకురుపు' అనుట వాడుకలో ఉన్నది. ఈ వ్యాధి మన శరీరంలో ఏ అవయవములోనైనను ప్రారంభించవచ్చును.

అసలు మన శరీరంలోని అవయవములన్నియు అనేక రకములైన శిలీకముల (Cells) కూటమి వలన ఏర్పడి ఉన్నవి. ఉదాహరణకి ఒకరకపు శిలీకముల వలన కండరములు, మరొకరకపువైన



శిలీకముల కూటమివలన మెదడు, మరొక రకపు వైన శిలీకములవలన చర్మము - ఈవిధముగానే ఎముకలు, జీర్ణకోశము, గుండె, ఊపిరితిత్తులు, ఆయా రకముల శిలీకముల కూటముల వలన ఏర్పడుచున్నవి. ప్రతి అవయవము ఒక్కొక్క విధముగా తన విధిని నిర్వర్తించుచుండును. జీర్ణకోశము ఆహారమును జీర్ణము చేయుటకును; కండరములు శరీర సంచలనమునకును; ఊపిరితిత్తులు రక్తమును శుభ్రము చేయుటకును; మూత్ర పిండములు (Kidneys) మన దేహములో నుండి విసర్జింపవలసిన పదార్థముల (Products of Excretion) ను బయటికి మూత్రము ద్వారా పంపుటకును పనిచేయుచున్నవి.

ఒక్కొక్కప్పుడు ఏ కారణమువల్లనైనను ఈ శిలీకములు చనిపోయినపుడు అదేరకపు శిలీకములు క్రొత్తవి పుట్టి ఆ ఖాళిని భర్తీచేస్తుంటాయి. ఆ మీదట (ఖాళిభర్తీ అయిన తరువాత) ఇక పెరగవు. ఉదాహరణకి, మనరక్తములో శ్వేతరక్త శిలీకములు (W.B.C) ఒక సెం.మీ.కు 5000 నుండి 8000 వరకు ఉంటాయి. వీనిలో ప్రాతవి కణాలు చనిపోయి, సంఖ్య తగ్గుచూ ఉన్నపుడు మరల క్రొత్తవి తయారయి మరల మూమూలు సంఖ్య వచ్చువరకు తయారవుతూ ఉంటాయి. మన శరీరము ఏదైనా రోగసంక్రమణకు లోనుగాకుండా స్రాంకామిక జీవకమును ప్రతిఘటించి, మన ఆరోగ్యమును కాపాడుట ఈ తెల్ల శిలీకముల కర్తవ్యము.

వైన చెప్పిన విధముగాకాక ఏ అవయవములో నైనను శిలీకములు ఆసంఖ్యాళముగా విభజనపొంది, పెరుగుచూ వాటికి నిర్దేశింపబడిన కర్తవ్యమును నెరవేర్చక, నిరుపయోగముగా పెరిగి, తాము మొదటనున్న అవయవములోనే ఉండక లసీకల ద్వారాగానీ, రక్తనాళముల ద్వారాకానీ, నేరుగ

వ్యాపించుట (Spread) వలనగానీ తదితర అవయవములలో ప్రవేశించి ఆక్కడకూడా పెరిగి పెరిగి, అఖరుకు ప్రాణాన్ని కూడా హరించే వ్యాధినే కేన్సరు అంటారు.

ఈ విధముగా నిర్విరామముగా విభజన పొందుచూ పెరిగే కేన్సరు శిలీకాలు మూమూలు శిలీకాల కంటె పెద్దగా ఉంటాయి. వీనిలో ప్రతిదాని కేంద్రకము పెద్దదిగా ఉంటుంది. ఈ కేంద్రకము అతితీవ్ర వేగముతో పదింబదిగ విభజన (Mitosis) చెందుతూ ఉంటుంది.

ఈ శిలీకములు ఇతర అవయవములలోనికి చొరబారునవి (Infiltrators) అగును. ఉదాహరణకు చర్మములోని కేన్సరు నందలి శిలీకము-కండ ఉంటే కండలోనికి, లేక ఎముక వుంటే ఎముకలోనికి-చొచ్చుకొనిపోవును.

కొన్ని కేన్సరు శిలీకములు లసీకల ద్వారా లసీకాగ్రంథులలోనికి చేరి వానిని పెద్దపయ్యేలాగ చేయును.

కొన్ని కేన్సరు శిలీకములు రక్తనాళముల ద్వారా ఊపిరితిత్తులలోనికి, కాలేయములోనికి ప్రవేశించి, ఆయా అవయవములు చేయు విధులకు, అంతరాయమును కలిగించును.

ఈ కేన్సరు వ్యాధులు ముఖ్యముగా రెండు రకములు :-

1. కేర్సినోమా (Carcinoma) :- ఇది బహిష్ట్రవ (Ectoderm) లో నుండి, అంతస్త్రివ (Endoderm) లో నుండి పరిణతిపొందే అవయవములలో వచ్చును.

2. శార్కోమా (Sarcoma) :- ఇది మధ్యస్త్రివ (Mesoderm) లో నుండి పరిణతిని పొందే అవయవములలో వచ్చును.

కేన్సరు వ్యాధి తరుచుగా వచ్చు అవయవములు:

శ్రీలలో 1. గర్భకోశము 2. రోమ్ములు.

పురుషులలో 1. నోరు, పెడిమలు, బుగ్గలు, నాలిక 2. గళవరము (Pharynx) 3. స్వర పేటిక (Larynx) 4. ఊపిరితిత్తులు.

పైన చెప్పబడిన అంగములలో తరచుగా ఈ వ్యాధి వచ్చును. కాని మిగిలిన అవయవములలో కూడా ఈ వ్యాధి రావచ్చును.

ఇది ఏ వయస్సులోనైనను రావచ్చును. కాని ఎక్కువగా పెద్ద వయస్సులోనే తరచుగా వచ్చును. కారణములు :

ఈ వ్యాధి ఏ కారణములవలన వచ్చునో ఇంత వరకు ఇదమితముగా తెలియదు. కాని శరీరము లోని ఏ భాగమైనను, రాపిడి లేక ఒరిపిడికి గురియైన యెడల ఆ అవయవములో ఈ వ్యాధి రావచ్చు.

1. కొన్ని రకముల కేన్సర్ వ్యాధి, వైరస్ (virus) అనే అణుసమాహముల వలన రావచ్చునని శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము.

2. భౌతిక కారణాలు (Physical agents) :- హృదయ కోశముపై జరుగు యక్స్ - కిరణ వ్యాపనము (Heart x-ray).

3. రాసాయనిక కారణాలు (Chemical agents) :- 1. నెఫ్తైల్ ఎమైన్ (Naphthyle amine) 2. బొగ్గతారు (coal tar deminit-eues) 3. బెన్జ్ పెయిన్ (Benzpeynine) 4. ఉల్లిపాషణం, రాతివార (Arsenic and Asbestos).

పైన ఉదహరింపబడిన వస్తువుల రాపిడివలన కొన్ని సంవత్సరముల తరువాత కేన్సరు వచ్చును. లక్షణములు :

శరీరములో ఏ అవయవమైనను కేన్సరుకు గురి కావచ్చును. కనుక వ్యాధి లక్షణములు ఒకే తీరున ఉండవు. ఒక్కొక్క అవయవములో ఒక్కొక్క లక్షణముతో ఇది ప్రారంభమగును.

ఉదాహరణ :- 1. రొమ్ములో కేన్సరు ఒక గడ్డ లేక కణమువలె ప్రారంభమగును నొప్పిగాని బాధకాని ఉండవు. ఈ గడ్డ పెరిగి పెద్దదై చర్మమును భేదించి వుండు వచ్చును, లేక లోపలి కండరములలో ప్రవేశించి ఆ తరువాత మెడలోని లిస్కా గ్రంథు లోనికి ఆ తరువాత రక్తనాళముల గుండా ఊపిరితిత్తులలోనికిని, ప్రాకి దగ్గను ఆయాసమును కలిగింపవచ్చును. ఇది ఎముకలలోనికి ప్రవేశించినపుడు అక్కడ, తొలి లక్షణముగ నొప్పి బయలుదేరును.

2. గర్భకోశములో కేన్సరు వచ్చినప్పుడు అధికంగా అసాధారణ రీతిలో రక్తస్రావము, అప్పుడప్పుడు తెల్లబట్ట (white discharge) కనుపించును. పురుషసంభోగమయిన తరువాత రక్తస్రావము కనుపించుట ఈ రకపు కేన్సరులో మొట్టమొదటి లక్షణము. ఆ తరువాత ముదిరిన కొలది కాళ్ళలాగుట (నొప్పులు), మూత్రకోశమునకు వ్యాపించినపుడు అతి తరచుగా మూత్రవిసర్జనము చేయుట తటస్థించును. పొత్తి కడుపులో మంటగా నుండుట కూడ ఉండును.

3. ఊపిరితిత్తులలో వచ్చినపుడు పొడిదగ్గున్నట్లు, దగ్గితే నెత్తురు పడుటయు కన్పడును.

4. గొంతుకలో వచ్చినపుడు మాట బొంగురు పోవుట, మ్రింగుట కష్టమగుట ఏర్పడును.

5. శరీరములో ఏ భాగములోనైనను వుండు పుట్టి తగ్గకుండుట కూడ కేన్సరు లక్షణమే.

6. కడుపులోగానీ, పెద్ద ప్రేగులలోగానీ, కేన్సరువచ్చినపుడు ఆకలి లేకపోవుట. కడుపులో బరువుగా నుండుట తటస్థించును.

7. పుట్టుమచ్చ పెరుగుట కూడ కేన్సరును సూచించును.

వ్యాధిని నిర్ధారణ చేయుట :-

కేన్సరు సోకిన అవయవములోని వీలయిన భాగము నుండి ఒక ముక్కను తీసి, దాని సూక్ష్మదర్శినితో పరిశీలించుటవలన ఈ రోగమును నిర్ధారించవచ్చును. ఈ పరీక్షనే జీవకసంశోధన (Biopsy) అంటారు.

చికిత్స :

వ్యాధిని గుర్తించిన తరువాత చికిత్స మూడు విధములు :

1. శస్త్రచికిత్స
2. రేడియం చికిత్స (Radio-therapy)
3. రసాయనిక చికిత్స (Chemo-therapy)

కొన్ని అవయవములలోని కేన్సరును శస్త్రచికిత్స తరువాత రేడియం చికిత్సతోను, ఆ తరువాత మందులతోను చికిత్స చేయవలసి వుండును. ఉదాహరణ : రొమ్ములలోని కేన్సరుకు మొదట శస్త్ర చికిత్స చేసి తరువాత రేడియం చికిత్స చేయవలసి యుండును.

ఒక్కొక్కప్పుడు రేడియం చికిత్స తరువాత శస్త్రచికిత్స చేయవలసి యుండును. ఉదాహరణ : మూత్రపిండపు అపవృద్ధిలో మొదట రేడియం చికిత్సను తరువాత శస్త్ర చికిత్సను చేయవలసి యుండును.

ప్రథమ దశలోను ద్వితీయ దశలోను ఈ కేన్సరును పూర్తిగా నయం చేయుటకు అవకాశము కలదు. కనుక కేన్సరు ఉన్న అవయవములను, ఆ కురుపు ఉన్నంతవరకు పూర్తిగా తీసివేయవలెను. వీలున్న ఎడల ప్రాంతీయ లింఫా కణములను (Regional lymph nodes) కూడా ఆ అవ

యవముతో పాటు తీసివేయవలెను. ఇట్లు చేసినచో, కేన్సరు వ్యాధినుండి రోగి విముక్తి పొందుటకు అవకాశము కలదు.

శిశ్నములో కేన్సరు వచ్చినపుడు అంగమునే తీసివేయవలెను. ఆ తరువాత రెండు గజ్జలలోని లింఫాగ్రంథులను తీసివేయవలెను.

ఒకవేళ మరీ ప్రథమములోనే ఈ వ్యాధిని కని పెట్టిన యెడల - అనగా చిన్న కురుపుగా ఒక సెం.మీ. ప్రమాణమున శిశ్నము చివరన కేన్సరు వున్నపుడు - రేడియం చికిత్స వల్లనే నయం చేయవచ్చు. కడుపులోగానీ, మలద్వారాలో గానీ కేన్సరు వచ్చినపుడు ఆయా అంగములను తీసి వేయవలెను.

వ్యాధి ముదిరిన తరువాత (అనగా తృతీయ దశలోను, చతుర్థ దశలోను) తాత్కాలిక ఉపశమనమునకై శస్త్రచికిత్స చేయవలెను.

ఇట్టి శస్త్రచికిత్సవలన వ్యాధి నయము కాదు. కాని ఆ వ్యాధివలన రోగి పడుచున్న బాధలను నివారించ వచ్చును.

1. రొమ్ములలో 5 సెం.మీ. కంటె పెద్దపుండు పడి దుర్వాసనతోను, రక్తస్రావముతోను, నొప్పితో వున్నపుడు, అప్పటికే కేన్సరుమిగిలిన అవయవములకు వ్యాపించినదని అర్థము. ఆ వుండుతో ఉన్న రొమ్మును తీసివేసిన ఎడల ఆ రోగికి కొంత వరకు బాధ నివారణ మగును.

2. కాలియందలి ఎముకలోని ఒక అపవృద్ధి వలన భరింపరాని నొప్పితో బాధపడుతున్నపుడు ఆ కాలును ఖండించి తీసివేసినయెడల ఆ బాధ నివారణ మగును.

ఒక్కొక్కప్పుడు వ్యాధివలన కలుగు బాధలు నివృత్తి చేయుటకు కేన్సరు ఉన్న అవయవమే కాక వేరే అవయవములో చికిత్స చేయవలసి వచ్చును.

ఉదాహరణకి : 1. గళకుల్య (Oesophagus) లో పుట్టకురుపు, ముదిరిపోయి ద్రవపదార్థములు కూడా మ్రింగుట వీలులేకున్న యెడల కడుపులో ఒక రబ్బరు గొట్టముపెట్టి తద్వారా ద్రవపదార్థములు మాత్రమైనను కడుపులోనికి పంపి తాత్కాలికముగానైనను ప్రాణమును నెలబెట్టుట జరుగును.

2. స్వరపేటిక (Larynx) లో కేన్నరు వచ్చి ముదిరిన తరువాత ఊపిరిఆడక బాధకలిగినపుడు వాయుగళిక (Trachea) అనే నాళములో బెజ్జము పెట్టి తద్వారా ఒక గొట్టము ఉంచిన ఆ గొట్టము ద్వారా రోగి ఊపిరి పీల్చుగలుగును.

ఈ విధముగా శత్రుచికిత్సవలన ప్రథమ దశలో ఈ వ్యాధి ఒక అవయవములోనే ఉన్నపుడు ఆ అవయవమును (కేన్నరుతో బాటు) తీసివేసి వ్యాధిని నివారించి ప్రాణమును కాపాడవచ్చును.

వ్యాధి ముదిరి, ఉతర అవయవములలోనికి ప్రాకినపుడు రోగిపడే బాధలను నివారించి, జీవిత పరిమాణమును పెంచలేకపోయినను, బ్రతికినంత కాలము బాధలకు గురికాకుండా చేయుటకు శత్రు చికిత్స ఉపకరించును.

డా॥ వి. వి. సుబ్బారావు

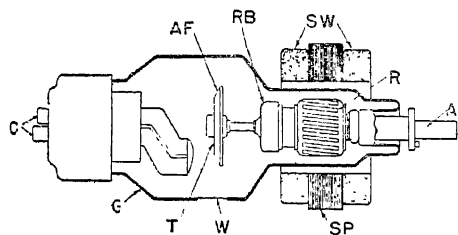
## 141. రేడియాలజీ - పరికరాలు; ఎక్స్ రేతో రోగనిర్ధారణ; తదితర ప్రక్రియలు

1896 వ సంవత్సరం నవంబరు అయిదవ తేదీ చారిత్రాత్మకమయిన సుషిం. ప్రఖ్యాత జర్మన్ శాస్త్రవేత్త కాన్రాడ్ రాంజెన్ (Conrad Roentgen) చీకటి గదిలో క్రూక్స్ నిర్వాత నాళిక (Crooks Vacuum Tube) తో ప్రయోగాలను చేస్తుంటే ఆ గదిలోనే వేరేగా వున్న - బేరియం ప్లాటినో సీయనైడ్ పూసిన - జవనిక (Screen) మీద కాంతిశోభ (Fluorescence) కనబడింది. ఆశ్చర్యంతో ఆ జవనికను చేతితో పట్టుకోగానే చేతి ఎముకలు ఆ జవనిక మీద స్పష్టంగా కనిపించాయి. జీబులో పర్చు ఆ జవనికకి నాళికకి మధ్యన పెట్టగానే, పర్చులోని డబ్బు, తాళంవెళ్ళ కూడా కనిపించాయి. క్రూక్స్ నాళికలోంచి ఎట్టి కిరణాలు కంటికి కనిపించకపోయినా జవనిక మీద వెలుగు కనబడుట ఒక విచిత్ర సంఘటన. ఈ కనిపించని కిరణాలకి ఎక్స్-కిరణాలు (X-Rays) అని నామకరణం చేశాడు రాంజెన్.

ఇలాంటి కిరణాలని ఆదివరలో ఎవరూ కనిపెట్ట లేదు. ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు మీద వెలుగు పడితే ఎలా బొమ్మలు పడుతాయో, అలాగే ఈ ఎక్స్-కిరణాలు కూడా శరీర భాగాలనీ, ఉతర ఘనపదార్థాలనీ దూకుకుపోయి జవనిక మీద కనిపించడంవలన, ఎక్స్-కిరణాల ఫోటోను తీయడానికి అవకాశం కలిగింది.

ఎక్స్ కిరణాలు-రేడియోకాంత వికిరణ (Electro magnetic-Radiation). సూర్య కిరణాల కాంతి తదితర వెలుగు (Light) అలల మాదిరిగా-పరిభ్రమిస్తాయి. ఈ అలలన్నింటి వేగం ఒకటే; ఇది శకను (Second) కి 1,87,000 మైళ్లు. శకనుకి ఎన్ని అలలు పరిభ్రమిస్తాయో అది పౌనఃపున్యం (Frequency). అయితే, అలకి మధ్యదూరం తరంగదైర్ఘ్యం (Wave length). ఈ మూడూ వే = త × పౌ. అనే సూత్ర ప్రకారంగా ఉంటాయి. (వే = వేగము, పౌ = పౌనఃపున్యము, త = తరంగ దైర్ఘ్యం).

అన్ని రకాల అలంకీ వేగము ఒకటే. అందు చేత పౌనఃపున్యము తరంగదైర్ఘ్యము మాత్రం మారుతాయి. ఈ వైద్యుత్కళాంత కిరణాలకి శక్తి (Energy) ఉంది. తరంగ దైర్ఘ్యం ఎక్కువయిన యెడల శక్తి తగ్గుతుంది. సూర్యరశ్మిలో ఏడు రంగులున్నాయని ఇదివరకే మీకు తెలుసు. వీటికి శక్తి తక్కువ. ఒక ఆప్టినో కాగితమునో అడ్డుపెట్టినా వెలుగు ప్రసరించనేరదు. X-కిరణాలకు, గామా కిరణాలకు శక్తి ఎక్కువ. అందుచేత ఘనపదార్థాలలో నుంచి కూడా దూసుకు పోతాయి. కొంతశక్తి ఈ ఘనపదార్థాలలో గ్రహీతం (absorb) అవుతుంది. మిగిలినది ప్రసరిస్తుంది.



పటము 1.

రోడియం యానోడ్ ఎక్స్రే ట్యూబ్

A - యానోడ్ కనెక్షన్; AF - యానోడ్ ఫేస్; C - కేథోడ్ కనెక్షన్; G - వైరెక్స్ గ్లాస్ వాల్; R - రోటారు RB - రోటారు బేరింగు; SP - స్టేట్ ఫంబింగులు; SW - స్టేట్ వైండింగులు T - టంగ్ పైన్ యానోడ్; W - ఎక్స్రే విండో

X-కిరణాలతో గాలి వుండదు. ఎలక్ట్రిక్ బల్బు లాగానే ఫిలమెంటులోనుంచి కరెంటును పంపగానే వేడెక్కి వెలుగుతుంది. ఋణావేశము (Negative charge) తో ఎలక్ట్రానులు ఫిలమెంటు దగ్గరుంటాయి. ఈ ఫిలమెంటుకు ఎదురుగా ఉండే టంగ్ పైన్ బిళ్ళ (target) మీదకి అతివేగంగా వెలుగు ప్రసారమై X-కిరణాలు పుట్టి, దిగువ నున్న కిటికీగుండా ప్రసరిస్తాయి. X-కిరణానికి ఆవేశము (Charge) లేదు. ఎలక్ట్రానులోని నిర్దిష్ట

శక్తి (Electron Particular Energy) X-కిరణ తరంగ దైర్ఘ్యంగా మారుచుంది.



పటము - 2

చాతీయొక్క ఎక్స్రే ఫొటో

ఎముకలు

మృదుభాగాలు

S-అంసఫలకము (స్కేఫులా) A- బృహద్దమని (అయోర్టా)

C - ఆక్షాన్స్ (క్లావికల్)

H - హృదయము

R- ప్రక్క దెముకలు (రిబ్స్)

LL- ఊపిరితిత్తులు

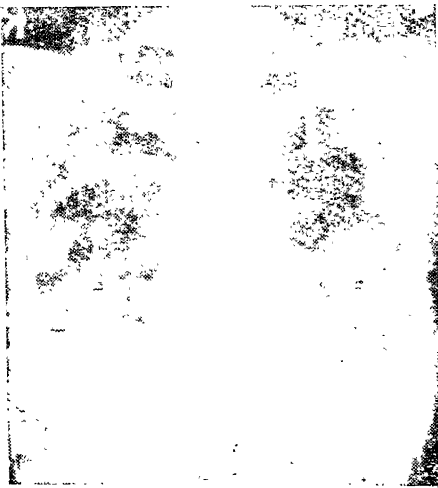
D - విభాజకము

X-కిరణము కన్నను అధికశక్తి కలది గామా కిరణము (Gamma Ray). రేడియం, ఫోలియం, యురేనియం అనే ధార్మికశక్తిగల మూలద్రవ్యాలు, వాటంతఅవే విచ్ఛిన్నత (disintegration) చెంది గామా కిరణాలను పుట్టిస్తాయి. X-కిరణాలు మానవ రోగ నిర్ధారణకి ఉపయోగిస్తే, గామా కిరణాలు పరిశ్రమలలో తయారుచేయ్యే లోహ వస్తువులలో అల్పత్వాన్ని, నాణ్యతను పరీక్షించుటకు ఉపయోగిస్తాయి. కేన్సరు వ్యాధి నివారణకి కూడా X-కిరణాలను, గామా కిరణాలను వాడతారు.

X-కిరణాలతో రోగ నిర్ధారణని నిదానక రేడియ విజ్ఞానము (Diagnostic Radiology) అంటారు.

శరీరంలో అవయవాల సాంద్రత (density) వేరు వేరుగా ఉంటుంది. ఎముకలకి సాంద్రత ఎక్కువ; ఊపిరితిత్తులకి చాలా తక్కువ శరీరం భాగంలోంచి X-కిరణాలు ప్రసరించినపుడు, ఈ సాంద్రతనుబట్టి హెచ్చుతగ్గులతో గ్రహనం జరుగుతుంది. ఎముకల లోంచి ఆ కిరణాలు ఎక్కువ ప్రసరించవు. కనుక -X కిరణాల పొటోలలో అవి తెల్లగా పడతాయి. ఊపిరితిత్తుల్లో సాంద్రత తక్కువ కావున నల్లగా పడతాయి ఈ నలుపు తెలుపు తారతమ్యాలనుంచి వాటిల్లో మార్పునుంచి వ్యాధి నిర్ధారణ ఆవుతుంది.

ఎముకలు విరిగినా, జబ్బుతో కుళ్ళినా, ఆయా భాగాలలో సాంద్రత తగ్గటం, ఎక్కువనటం జరుగుతుంది; X-కిరణాల పొటోలో మార్పులు వస్తాయి. ఊపిరితిత్తులలో క్షయగాని, కేన్సరు వ్యాధిగాని ప్రవేశిస్తే అక్కడ సాంద్రత ఎక్కువ అయి తెల్ల దూది మచ్చలలాగా గుండ్రంటి బంటులలాగా రోగలక్షణాలు ప్రస్ఫుట మవుతాయి.



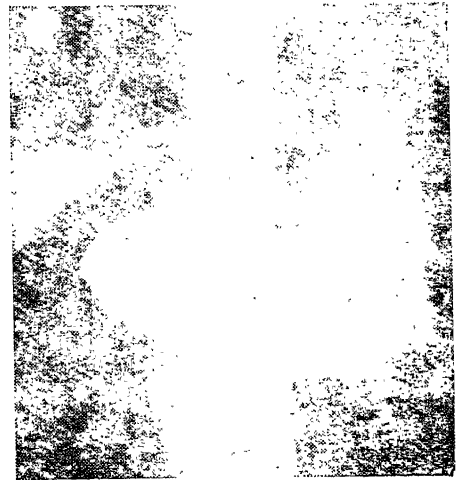
పటము 3

కేన్సర్ ను నిర్దేశించు ఎక్స్రే ఫొటో

CCC - కేన్సరు కణరాసులు

T - రోగియొక్క గొంతులోని తాలిస్మానము

గుండెకాయ అనేది కండరాల నుంచి. అందు లోంచి రక్తం ప్రసారమవుతుంది. అందుచేత సాంద్రత ఎక్కువ అయి తెల్లబడి చాయ చాతీ రెండు శ్వాసకోశాల మధ్యపొటోలో ఆకారీస్తుంది. పెద్ద రక్తనాళమగు అయోర్డా కూడా కనిపించి వాటిల్లో మార్పులు-అంటే పరిమాణాలు; ఆకారం- వేరయితే గుండె జబ్బు ఫలానా అని నిర్ధారణవుతుంది. పేగుల్లో గాలివుంటుంది; అంచేత నల్లగా కనిస్తాయి. తదితర అవయవాలు వాటి వాటి సాంద్రతలనుబట్టి కనిపిస్తాయి. కొన్ని అసలే కనిపించవు; అట్టి అవయవాలలో కొన్ని మందులు ఎక్కించి కను పించేట్టు X-ఫొటోలను తీయడమే వ్యత్యస్త రేడియో పరిలేఖనం (Contrast Radiography). బేరియం సల్ఫేటును నీళ్ళలో కలిపి త్రాగిస్తే కడుపు కనువిస్తుంది.



పటము 4

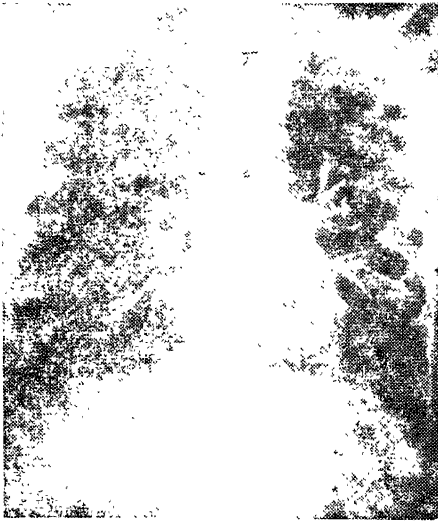
కడుపుయొక్క ఎక్స్రే ఫొటో

S- బేరియమ్ సల్ఫేట్ తో నింపిన కడుపు

VB- వెన్నెముకలోని భాగము

G- ప్రేగులలోని వాయుపదార్థము

శ్వాసకోశాలలోని పుపుసనాళాల (Bronchi) లోకి మందును ఎక్కించి ఫొటోతీస్తే బ్రాంకోగ్రామ్ (Bronchogram) వస్తుంది.



పటము 5.

బ్రాంకోగ్రామ్

T- శ్యాసనాశిక (ట్రాకి)

BB - ముఖ్యమలగు పుష్పసనాళాలు

bb- పైవాని ఉపశాఖలు

గుండెలోకి సన్నని గొట్టం (Catheter) ఎక్కించి తద్వారా రేడియో కాంతినిరోధకరంజక (Radio Opaque dye) మును ఇంజక్షన్ చేసి వరుస వరుసగా చాలా ఫోటోలను సిని కెమెరాతో తీసి, తర్వాత ప్రొజెక్టరులో పెట్టి చూస్తే, గుండె కాయ ఎలా పనిచేస్తుందో, గుండెకాయలోని ఏయే గది (Chamber) పెద్దది అయిందో, ఎక్కడయినా రంజకం నిరోధితము అవుతుందో, రక్త నాళాల పరివలయనం ఎలావుందో మొదలైన వానిని చూచి వ్యాధినిర్ధారణ సున్నితంగా చేయవీలవుతుంది. ఆ విధంగానే మూత్ర గ్రంథులు, మూత్రసంచి (bladder), కర్ణము (Liver), పైతృక సంచి (gall bladder), పేగులు, మొదలగు వగయిరాలను పరీక్షలు చేయుటకు వ్యత్యస్త రేడియో పరిలేఖనం మొదలగు పద్ధతులు వున్నాయి. ఈ అవయవాలలోకి ఎక్కించే రంజకాలు(dyes) హాని చెయ్యవు.

యక్స్-కిరణ ఫోటో తీయకుండా బేరియం ప్లాటినోసియనైడ్ పూసిన జవనిక మీద పరీక్షచేసి, ప్రతిబింబ సాంద్రీకరణి (Image Intensifier) అనే పరికరంతో క్లోజ్ సర్క్యూడ్ డెలివిజన్ ద్వారా జవనిక మీద బాగా చూడవచ్చు. అదే వ్యవధిలో చూసిన దృశ్యాన్ని విడియో రికార్డరు మీద రికార్డు చేసి డేవ్ రికార్డరులాగా తిరిగి పనిచేయించి డెలివిజన్ స్క్రీన్ మీద చూచి, వ్యాధిని నిర్ధారణ చెయ్యటం, వైద్య విద్యార్థులకి తదితర డాక్టర్లకి ప్రదర్శనా పూర్వక బోధనా పద్ధతిగా ఉపయోగిస్తారు. యక్స్-కిరణ సంపరి లేఖనం (X-Ray Stereography) పద్ధతిలో ఒక్క భాగానికే రెండు ఫోటోలు తీసి స్టీరియోస్కోప్ లో చూస్తే మూడాయతనముల పూర్తి స్వరూపం కనిపిస్తుంది.

ఎక్స్రేల పరిసర పరకీయ పదార్థ స్థానికీకరణం (X-ray foreign body localisation) :- కంటిలోగాని తదితర అవయవ భాగాలలోగాని చిన్న చిన్న లోహపు ముక్కలు, తుపాకిగుండ్లు దిగితే, రెండు మూడు కోణాలలో యక్స్-కిరణాల ఫోటోలను తీసి క్షేత్రగణితీయ పద్ధతి ప్రకారం గ్రాఫ్ కాగితం మీద గీసి, ఆ పరకీయ పదార్థాలు ఎక్కడ ఎంతలోతున ఉన్నవో సరిగ్గా నిర్ణయిస్తే, శస్త్ర నిపుణులు అపరేషను ద్వారా సుశువుగా ఆ ముక్కలను తీసేస్తారు.

సమష్టి స్వల్పకాలిక రేడియో పరిలేఖన సర్వేక్షణ (Mass Miniature Radiographic Survey) :- వందలాది జనానికి తక్కువ వ్యవధిలో తక్కువ ఖర్చుతో, చిన్న యక్స్-కిరణ ఫిల్ములమీద ఛాతీలకు ఫోటోలు తీస్తే, క్షయ, కేన్సరులను, పరిశ్రమలకి సంబంధించిన జబ్బులను ముందుగానే, ముదరక పూర్వమే తెలుసుకొని, వ్యాధిని నివారించవచ్చు. ఈ పరికరాన్ని మోటారు వాహనంలో అమర్చి పరిశ్రమలవాడలలో త్రిప్పి త్వరగా పరీక్షించుట సాగిస్తారు.

రేడియో సమస్థానీయ నిదానము (Radio Isotope Diagnosis): యురేనియం రేడియమ్ మొదలయిన కొన్ని మూలద్రవ్యాలు తమంతట తామే విచ్చిన్నమయి గామా కిరణాలు, ఆల్ఫా, బీటా కణాలు ఉద్భవిస్తాయి. వీటిని రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యాలు (Radio Active Elements) అంటారు. మామూలు కోదైన్, కోబాల్ట్, కార్బన్, ఇనుము, బంగారము మొదలయిన మూలద్రవ్యాలను ఆణవికరాశి (atomic pile) లో కొంత కాలం ఉంచినట్లయితే అవికూడా రేడియో ధార్మిక సమస్థానీయాలు (Radio-active Isotopes) గా మారి రేడియో ధార్మిక శక్తిని ఇస్తాయి. వాటినికూడా శరీరంలోకి ఎక్కించి రోగనిర్ధారణ చేస్తారు.

కేన్సరు, లుకేమియా లాంటి జబ్బులు కూడా ఇందువలన నివారణవుతాయి.

ఒక ముఖ్య విషయం. ఈ రేడియో ధార్మిక శక్తి మానవజాతికి ఎలా ఉపయోగపడుతుందో, అలాగే నాశనకారికూడ కావచ్చును. ఏజీవి అయినా ఈ శక్తికి ఎక్కువగా లోనైతే నాశనం అవుతుంది. అందుకే అణుబాంబు (atom bomb) మోర విధ్వంసకారిణిగా పరిణమించింది. అందుకే ఈ పరికరాన్ని దాక్టర్లు, శాస్త్రవేత్తలు మాత్రమే వాడాలి కాని, ఇతరులు ఉపయోగించకూడదు.

డా॥ టి. ఆర్. శేషగిరిరావు.

## 142. వ్యక్తిగత పరిశుభ్రత - పరిసరములు

శరీరారోగ్యమును ఒక క్రమపద్ధతిలో నుంచుటకు వ్యక్తిగత పరిశుభ్రత యెంతో అవసరము. అందులకు ముఖ్యమైన చర్యలు యేవనగా : ప్రతి దినము ఉదయము లేచిన వెంటనే దంతధావనము చేయుట, శుభ్రముగా అరిచేతులు కాళ్ళు తోముకుని స్నానము చేయుట, పరిశుభ్రమైన దుస్తులను ధరించుట, శుచిగా ఉడకబెట్టిన ఆహారమును భుజించుట, ధూమపానము మద్యపానీయముల విషయములో ఒక క్రమశిక్షణను అలవరచుకొనుట, నిర్ణీత సమయములో విశ్రాంతి తీసికొనుట మొదలగునవి. ఇందులో ఏఒక్క విషయములో లోపము కనిపించినను మనిషియొక్క ఆరోగ్యము పాడగుటకు అవకాశము కలదు. దంతముల యొక్క అశుభ్రత

వలన పిప్పిపన్ను వచ్చుటకు, దంతము యొక్క క్రింది భాగమునందు చీము పట్టుటకు ఎక్కువ అవకాశము కలదు. చర్మము సరిగా లేకపోయినచో గజ్జి, తామర మొదలగు చర్మవ్యాధులు వచ్చును. నిర్ణీత సమయములో విశ్రాంతి తీసికొనలేకపోయిన యెడల మనస్సును ఏ పనియందును లగ్నపరచుట కష్టము. వెంట్రుకల పోషణ సరియైన పద్ధతిలో జరగక పోయినయెడల పేలు, యితర విధములైన క్రిమిబాధలువచ్చును. ఇదే విధముగా ధూమపానము అతిగా చేసినచో పుట్టకురుపు వచ్చును. మద్య పానీయములు ఎక్కువగా తీసికొన్నచో కాలేయము దెబ్బతినుట జరుగును. పరిశుభ్రత అనునది ముఖ్యముగా వ్యక్తిగతమైన సమస్య; కనుక ప్రతి ఘానవుడు తాను శుభ్రతను పాటించుచు యితరులు



అదేవిధముగా చేయుటకు పాటుపడవలయును. అప్పుడే సంఘపరమైన శుభ్రత కూడా ఉండును.

**పరిసరములు :**

అంతర్గతమైనవియు, మరియు బాహ్యపరమైనవియునైన పరిసరములు, మానవుని యొక్క ఆరోగ్యమును ఒక నిర్దిష్టమైన క్రమపద్ధతిలో ఉంచును. మానవ శరీరములోని ప్రతిజీవకణము, అట్టి జీవకణములు ఒక సమూహముగా నుండుట వలన ఏర్పడు వేర్వేరు అవయవములు, రక్త, ప్రసరణ, శ్వాసకోశ నాడిమండలములు, జీర్ణకోశము, నిర్వాహక గ్రంథులు, వాని యందుండి స్రవించు హార్మోనులు మొదలగునవన్నియు అంతర్గత పరిసరములుగా పనిచేయును. పైన పేర్కొనబడిన మండలము లన్నియు ఒక పద్ధతిలో సక్రమముగా పనిచేసినపుడే శరీరారోగ్యము సరిగా యుండును.

మనచుట్టూ ఉన్న వాతావరణము, పశుపక్ష్యాదులు, వృక్షములు, ప్రజలు మొదలగునవి బాహ్యపరములగు పరిసరములు. ఇవన్నియు భౌతికముగా శరీరారోగ్యముపై పనిచేయును. పరిసరములలో శుభ్రమైన గాలి, వెలుతురు, ఉన్న ఎడల ఆరోగ్యము సరిగా ఉండును. అటులకాక తేమ, మురికి ఎక్కువగానున్న వాతావరణము, చుట్టూ ఉన్న ప్రజలలో అంటువ్యాధులు లేక అనారోగ్యము, ఎక్కువగా ప్రబలియున్న యెడల ఆరోగ్యము త్వరగా దెబ్బ తినును. అదియునుగాక ఆర్థిక, గృహ పరిస్థితులు, మతము, ఆచార వ్యవహారములు కూడా ఒక విధముగా యిందులకు దోహదము చేయును. అందు వలన పరిసరములను మూడు రకములుగా విభజించ వచ్చును.

**(1) భౌతిక పరిస్థితులు :—**

గాలి, వెలుతురు, నీరు, ధూళి, తేమ, దేశ కౌపరిస్థితులు వాతావరణములు మొదలగునవి.

**(2) నజీవ పరిస్థితులు :—**

పశుపక్ష్యాదులు, వృక్షములు, సూక్ష్మజీవులు, క్రిమి కీటకాదులు మొదలగునవి.

**(3) సాంఘిక పరిస్థితులు :—**

ఆచార వ్యవహారములు, సంప్రదాయకపు నమ్మకములు మతము, విద్య, వృత్తి, వైద్య సదుపాయము మొదలగునవి.

సాంఘిక పరిస్థితులు మానవ జీవితముమీద గట్టి ప్రభావమును కలిగి యుండును. ఆకాశవాణి, టెలివిజన్, వార్తాపత్రికలు, చిత్ర లేఖనము, మొదలగు వాటి ద్వారా సంఘమునకు ఎంతో దగ్గరగా నుండుటకు మానవుడు ప్రయత్నించును. అదియునుగాక యివన్నియు మానవ వికాసమునకు బాగుగా తోడ్పడును. అందువలన పైన పేర్కొనబడిన వాటిలో ఏ ఒక్క దానిలో లోపమున్నను వ్యక్తిగత సమస్యలు, తద్వారా సంఘ సమస్యలు రేకెత్తును. సంఘములోనే ఒక వ్యక్తియొక్క ప్రవర్తనయో, మానసిక పరిస్థితియో, ఆరోగ్యమో బాగులేకపోయినచో అది మిగిలిన వ్యక్తులందరి మీదను తన ప్రభావమును చూపును. వైద్యశాస్త్రము నందు తెలిపెడి “క్షయంకర అవ్యవస్థతలు” (Degenerative Disorders) అన్నియు, మానసిక సంఘర్షణవలన వచ్చునని నిర్ణయింపబడినది. ఉదాహరణకు, ఊపిరితిత్తులలో వచ్చు కాన్సర్ వ్యాధికి బాహ్యకారణము సిగరెట్లకోనుండు ఒక పదార్థము మాత్రమే అగునను, ఆ వ్యక్తి యొక్క మానసిక సంఘర్షణలో ఏర్పడిన ఒక అంతర్గత కారణమే ఆ ధూమపానమునకు నిజముగ ప్రోత్సాహ కారియని అనవచ్చును. అదియునుగాక అనేక పారిశ్రామిక సంస్థలును అసంఖ్యాక ప్రజలయొక్క అనారోగ్యమునకు కారణములగుచున్నవి. ఆ పరిశ్రమలవలన వాతావరణములో ఎన్నియో రసాయనిక పదార్థములు మిశ్రమములగుచున్నవి.

కావున మనము పీల్చు గాలి స్వచ్ఛమైనది కాక పోవుట వలన ఊపిరితిత్తులలో కొన్ని విధములైన వ్యాధులు వచ్చు అవకాశమున్నది, వీటినే “వృత్తి జన్యములగు ఊపిరితిత్తి వ్యాధులు” (Occupational Lung Diseases) అని అందురు. ఇందువలననే “పారిసరిక శాచసమితి” (ఎన్విరోన్ మెంటల్ హైజిన్ కమిటీ - Environmental Hygiene Committee) వారు మనుష్యులు నివసింపదగు గృహములు ఏవిధంగా ఉండవలయుననే విషయంలో ఒక నిర్ణయమునకు వచ్చినారు. దానిని అనుసరించి గృహమును కట్టుకొను ప్రదేశము, దాని గోడలు, చుట్టుప్రక్కల నుండు ఖాళీ ప్రదేశము, నేల, ఇంటి కప్పు ఒకవిశిష్ట పద్ధతిలో నుండవలెనను సూత్రము జాతీయ గృహనిర్మాణ నిబంధనా (నేషనల్ హౌసింగ్ కోడ్)కి ఆధారమైనది. అవన్నియు ఈ క్రింది పద్ధతిలో నుండవలయును.

**గృహమును నిర్మించుటకు అవసరమగు ప్రదేశము :**

ఈ ప్రదేశము చుట్టుప్రక్కల మురికి వాడలు లేకుండగను, కొంచెము ఎత్తైన ప్రదేశములోను, ఎక్కువ రద్దీ, ధూళి ధూసరితమైన ప్రదేశములకు దూరముగను, చుట్టు ప్రక్కల ప్రదేశము అట్టోడ కరముగా నుండునటులను ఉండవలయును. గృహముయొక్క చుట్టుప్రక్కల నుండు ప్రదేశము కనీసము గృహ విస్తీర్ణము కంటె రెండు రెట్లు ఎక్కువగా ఉండవలయును. గ్రామీణ వాతావరణము దీనికి అనుకూలముగా ఉండును.

**నేల :**

నేల యందు నీరు యింకరాదు. ఇది కనీసము 2 లేక 3 అడుగుల ఎత్తుగ ఉండవలయును. చుట్టి నేల యందు నీరు యింకుటయు దాని మూలముగా

ఇట్లు త్వరగా పాడగుటయు జరుగును. అందువలన రాతినేల అయిన అనుకూలముగా నుండును.

**గోడలు :**

గోడ లన్నియు దళసరిగా 9" ప్రమాణపు యిటుకలతో కట్టబడవలయును. దానిని ప్లాస్టరింగ్ చేయించవలెను. దీని మూలముగా బయటి ఉష్ణోగ్రతను, గృహాంతర్భాగమునకు రాకుండా చేయవచ్చును.

**ఇంటి కప్పు :**

ఇంటి కప్పు సుమారు పది అడుగుల కంటె ఎక్కువగా ఎత్తులో ఉండవలయును. ఇది కూడా బయటి ఉష్ణోగ్రత లోపలికి రాకుండా ఉండుటకు ఉపయోగపడును.

**గదులు :**

ఏ గృహము నందైనను రెండుకంటె తక్కువ గదులుండరాదు. కుటుంబములోని వ్యక్తుల సంఖ్యనుబట్టి గదుల సంఖ్యను, గదులలో ప్రతిదాని వైశాల్యమును కూడా ఎక్కువ చేయవలయును. ప్రతి గదియొక్క విస్తీర్ణము 50 చదరపు అడుగుల కంటె తక్కువ ఉండరాదు.

**కిటికీలు :**

కనీసము రెండు కిటికీలు ప్రతిగదికి ఉండవలెను. నేల నుండి మూడడుగుల ఎత్తున, కిటికీ ఉండవలెను.

**మరుగుదొడ్లు :**

ఇవి గృహమునకు కొద్ది దూరములో ఉండవలయును. నీటివసతి మున్నగునవి సరిగా ఉండవలెను. ఇవి అన్నియు ఇటుల ఉన్నయెడల మనుష్యుని ఆరోగ్యము సరిగా ఉండును.

**అంటువ్యాధులు అధికముగా ప్రబలి నయెడల తీసికొనవలసిన నిరోధక చర్యలు:**

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో ప్రజారోగ్య సేవాసంస్థయందు,

అనేకమైన విభాగములు కలవు. అందు ముఖ్యమైనది ప్రజారోగ్యశాఖ. దీని కేంద్రకార్యాలయము సుండి ఉద్యోగులు తమ విధులను నిర్వహింతురు. రెండవ దానిలో జిల్లా, మునిసిపాలిటీ, రేంజి, బ్లాక్, పంచాయతీ రంగములందు వివిధ స్థాయిలలో పనిచేయుచు తమ తమ పరిసరములోని ప్రజానీకమునకు ఉపయోగపడువారు చేరియుండురు. పంచాయతీలయందు పనిచేయు హెల్తు అసిస్టెంటులు, డికాల ఉద్యోగులు, బ్లాక్ రేంజి కేంద్రములలో పనిచేయు హెల్తు ఇన్ స్పెక్టర్లు, హెల్తు విజిటరులు, ఈ శాఖయందలి ప్రాతిపదిక సోపానమునకు చెందిన వారు. ప్రతి జిల్లా యందును, పెద్ద మునిసిపాలిటీలలో అవసరమైన వెంటనే పర్యవేక్షణ విధిని నిర్వహించుటకు హెల్తు ఆఫీసర్లు కలరు. పైవారు కాక, నాలుగు జిల్లాలకు ఒకరు చొప్పున ప్రజారోగ్య శాఖకు చెందిన రీజనల్ అసిస్టెంట్ డై రెక్టర్లు ఉన్నారు. ఈ శాఖలన్నిటికీ సర్వాధికారి ప్రజారోగ్య శాఖకు చెందిన డై రెక్టర్.

పీరందరును కలిసి ఉమ్మడిగా పనిచేసి ప్రజల శ్రేయస్సుకు దోహదము చేయుచున్నారు.

మశూచి వ్యాధి వ్యాపించిన యెడల, కేంద్ర ప్రభుత్వ సిపారసు ప్రకారము, మునిసిపాలిటీ, పంచాయతీ సమితులలో ప్రాథమిక ఆరోగ్య కేంద్రములలోను, మశూచి నిరోధనమునకై ప్రజారోగ్య శాఖవారు విరివిగా డికాల కార్యక్రమమును కొనసాగించుదురు. అదేవిధముగా మలేరియా వచ్చిన యెడల రోగులకు చికిత్స చేయుటను, దోమలు పుట్టి పెరుగు జలకూపములను తొలగించుటను లేదా వాటిపై డి. డి. టి. పొడిని చల్లుట వలన దోమలను తగ్గించి వ్యాధిని అరికట్టుటను వారు నిర్వహింతురు.

అదేవిధముగా కలరా వ్యాపించినను, లేక వ్యాపించే సూచనలున్నను ప్రజలకు కలరా నిరోధక డీకాలు వేయు ఉద్యమమును ఈ ఉద్యోగులు కొనసాగించుదురు.

మూలము : డా॥ ఆర్. రామచంద్రరావు

తెలుగు : డా॥ జి. ఇందిర

## 143. నాడీ విధానము - అందుకు సంబంధించిన వ్యాధులు

( Nervous System & Diseases )

నాడీ మండలమును ఆరు భాగములుగా విభజించవచ్చును. అవి యేవనగా :-

- (1) పెద్ద మెదడు. (2) చిన్న మెదడు.
- (3) మధ్యభాగము లేక మిడ్ బ్రెయిన్.
- (4) పాస్చు. (5) మెడల్లా. (6) వెస్టు భాము.

నాడీ మండలమునందు మొత్తము మీద పన్నియొదశలక్షల నాడీ గ్రంథులు లున్నవి. ఈ నాడీ గ్రంథులు జబ్బు వలనగాని, మరియే యితర కారణముల వలనకాని నాశనమైన యెడల వాటిని మరల బాగుపరచుట సాధ్యము కాదు.

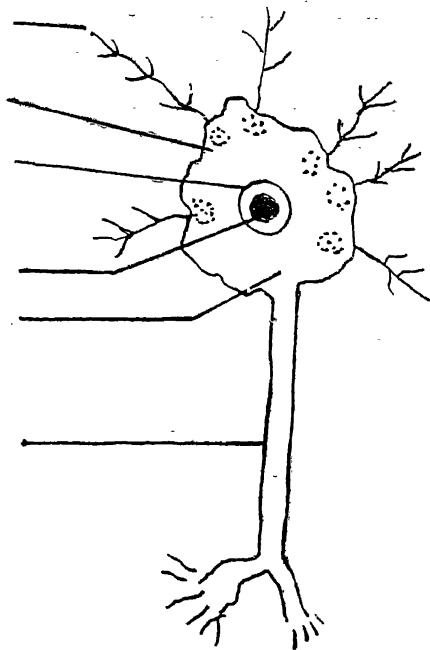
నాడీ గ్రంథిలోని భాగములు :

- (1) ఆక్సన్ (Axon)
- (2) న్యూక్లియస్. (Nucleus)
- (3) డెండ్రైటు. (Dendrite)
- (4) సైటోప్లాజమ్. (Cytoplasm)
- (5) న్యూక్లియోలస్. (Nucleolus)

(6) ఆక్సన్ హిల్లాక్. (Axon hillock)

ఈ నాడీ గ్రంథులన్నియు న్యూరోగ్లియా (Neuroglia) అనబడునటువంటి కణములచే ఒకదానికొకటి కలుపబడి యుండును. అదియును గాక ఈ న్యూరోగ్లియా మెదడు యొక్క అధి శారీరక వ్యవహారాలను కట్టుబాటు చేయును.

- డెండ్రైటు (1)
- సైటో ప్లాజమ్ (2)
- న్యూక్లియస్ (3)
- న్యూక్లియోలస్ (4)
- ఆక్సన్ హిల్లాక్ (5)
- ఆక్సన్ (6)



పటము 1.

నాడీగ్రంథి : అందలి భాగములు

పెద్ద మెదడు (Cerebral hemisphere):

చిన్న మెదడు నుండి డ్యూరా మాటర్ (Dura Mater) అనబడు పొరచే విభజించబడి పెద్ద మెదడు ఉండును. ఇందు ముఖ్యమైన భాగములు ఖడి యెడమలయందు; ఫ్రాంటల్ లోబ్ (Frontal lobe), పెరైటల్ లోబ్ (Parietal lobe), టెంపరల్ లోబ్ (Temporal lobe) మరియు ఆక్సిపిటల్ లోబ్ (Occipital lobe). ఫ్రాంటల్ లోబ్ (Frontal lobe) శరీరము యొక్క చలనమును,

మేధాశక్తిని, జ్ఞాపక శక్తిని, కట్టుబాటు చేయును. పెరైటల్ లోబ్ స్పర్శ జ్ఞానమును, టెంపరల్ లోబ్ వినుటకు సంబంధించిన నాడీ గ్రంథులను, ఆక్సిపిటల్ లోబ్ చూచుటకు సంబంధించిన నాడీ గ్రంథులను అదుపుచేయుచుండును. పెద్ద మెదడు పూర్తిగా మూడు పొరలచే కప్పబడి యుండును. అవి వరుసగా 1. డ్యూరామేటర్, 2. అరక్నాయిడ్ మేటర్, 3. పయామేటర్ (ఇది వెలుపలి నుండి లోపలికి యుండును). పయా మేటర్ నకును అరక్నాయిడ్

యిడ్ మేటర్ కును మధ్యనుండు ప్రదేశములో “మస్తీషక శ్రేణుకా ద్రవము” (Cerebrospinal fluid) ఉండును. ఇది పెద్ద మెదడును వివిధ రకములైన ప్రమాదముల నుండి రక్షించును. ఈ ద్రవము మెదటగా, పెద్ద మెదడులోని ఉప జఠరికలో ఉత్పత్తి యగును. అప్పుటి నుండి మూడవ జఠరిక ద్వారా చిన్న మెదడులోని నాల్గవ జఠరిక నుండి లోనికి పోవును. అచటి నుండి అది ఆరక్కాయిడ్ కును, పయామెటర్ కును మధ్యనుండు ప్రదేశములోనికి ప్రవహించి, అటనుండి మెడుల్లా ఉపరితలము మీదుగా వెన్నుబామునకు వచ్చును. రక్తవాహినులద్వారా ఈ ద్రవము నెమ్మదిగా రక్తములోనికి ప్రవహించును.

**చిన్న మెదడు (Cerebellum):**

చిన్న మెదడునందు రెండు లోబ్స్ కలవు. ఈ రెండును వర్మిస్ (Vermis) అనబడు మధ్య భాగముచే కలుపబడి యుండును ఇది శరీరము నందలి కండరములను కట్టుబాటులో నుంచును. నడుచునపుడు స్థిరత్వమును ఆపాదించును.

**బ్రెయిన్ స్టేమ్ (Brain Stem):**

ఇందు ముఖ్యముగా మూడు భాగములు కలవు :-

**1. మధ్య మెదడు (Mid Brain):**

ఇందు పిరమిడల్ ట్రాక్ట్స్ (Pyramidal tracts) అనగా శరీరములోని కాలుచేతుల కదలిక లను, కట్టుబాటుచేయు నాడీ కణములు ఉండును. (3, 4 క్రేనియల్ నాడులు).

**2. పాన్స్ (Pons):**

పాన్సునందు 5, 6, 7, 8, క్రేనియల్ నాడుల (Cranial nerves) యొక్క నాడీ కేంద్ర బిందువు ఉండును.

**3. మెడుల్లా (Medulla):**

ఇందు 9, 10, 11, 12, క్రేనియల్ నరముల యొక్క కేంద్ర బిందువులు మరియు శరీరము

యొక్క స్పర్శజ్ఞానము తెలిపెడి ట్రాక్ట్స్ ను చేరి యుండును.

ఒకటవ లేక ఆల్ ఫాక్టరీ (Olfactory) క్రేనియల్ నాడి వాసన తెలుపుటకును, రెండవ క్రేనియల్ నాడి లేక ఆప్టిక్ (Optic) నాడి చూచుటకును ఉపయోగపడును. మూడవ, నాల్గవ, ఆరవ క్రేనియల్ నాడులు కనుగ్రుడ్డు యొక్క కదలికలను కట్టుబాటులో ఉంచును. ఐదవ నాడి, ముఖము యొక్క స్పర్శ జ్ఞాన మును కట్టుబాటు చేయును; ఏడవ నాడి నమలుటకు ఉపయోగపడు కండరములను కట్టుబాటు చేయును. ఎనిమిదవ నాడి వినుటను తొమ్మిదవ నాడి మ్రొంగుటను, పదవ నాడి ఊపిరితిత్తులును, గుండెయు పనిచేయుటను పద కొండవ నాడి మెడకండరముల పనిని, పన్నెండవ నరము నాలుక యందలి కండ రములను కట్టుబాటు చేయును.

మెదడు నాడులు దెబ్బతినుటవలన వచ్చు వ్యాధులు :

**1. ఘ్రాణనాడి (Olfactory nerve):**

కపాలమునకు దెబ్బ తగిలి అస్థిభంగము (ఫ్రాక్చరు) అయినప్పుడుగాని, లేక మెదడులో గడ్డలేచుటగాని, జరిగినచో ఘ్రాణ నాడి సరిగా పనిచేయదు. అందువలన వాసన సరిగా తెలియదు.

**2. నేత్రనాడి (Optic nerve):**

కంటి జబ్బు వలన చూపు పూర్తిగా నశించు టయో లేక పెద్ద మెదడు యొక్క సంపత్తనము వలన చూపు మందగించుటయో జరుగును.

**3. 3వ, 4వ, 6వ క్రేనియల్ నాడులు :**

ఈ నాడులు సరిగ పనిచేయనియెడల కనుగ్రుడ్డ చలనము ఆగిపోవును. దీని వలన కంటిలో పై పొరమీద కురుపు (Ulcer) వచ్చు అవకాశము ఉన్నది.

#### 4. ట్రైజిమినల్ నాడి (Trigeminal nerve):

అయిదవ నాడి గ్రంథిలో వాపు కల్గినచో ముఖమందు ఒక ప్రక్క భాగమంతటను తీవ్రమైన నొప్పి కలుగును. ఇది మాట్లాడుట వలనగాని, చల్లని నీరుతో ముఖము కడుగుట వలనగాని వెక్కిరించును. నొప్పి తగ్గుటకు తగు ఔషధము ఇచ్చుటయు, ట్రైజిమినల్ గాంగ్లియాన్ కు వెనుక వైపున ఉన్న సంచేదనా మూలమును (Sensory root) చేదించుటయు ఇందులకు తగిన చికిత్సలు.

#### 5. ఫేషియల్ నాడి (Facial nerve) :

చెవి వెనుక ఏదయిన కురుపులు ఏర్పడిన యెడల అది ఈ నాడి ద్వారా పైకి వ్యాపించగా, నాడిగ్రంథి వద్ద వాపురావచ్చును. అదియునుగాక చలికి గురియగుట వలనగూడ ముఖము యొక్క ఒక పక్షభాగమునకు వాతము వచ్చును కార్టికోస్టిరాయిడ్స్ (Corticosteroids) ఇచ్చుట వలనగానీ, కపాలము నుండి ఈ నాడి బయటికి వచ్చు ద్వారము వద్ద ఈ నాడి మీద ఉన్న వత్తిడిని తొలగించుట వలనగానీ, కొంత సుగుణము కనిపించును.

#### 6. కర్ణ నాడి (Auditory nerve) :

చెవినుండి చీము కారుటవలన ఈ నాడి దెబ్బ తినును. తుదకు పూర్తిగా వినిపించక పోవుటకూడా జరుగును. క్రమంగా మిగతా మెదడునాడులు దెబ్బతినుటవలన ఆహార పదార్థములను మ్రింగుటలో కష్టమగుట, శ్వాస సరిగా ఆడకపోవుట, నాలుక కండరములకు పక్షవాతము వచ్చుట జరుగును.

#### స్వరభంగ రోగము (Aphasia) :

మన శరీరములో కుడివైపు శరీరము, ఎడమ ప్రక్కనుండు పెద్ద మెదడు యొక్క ఆధీనము లోను; ఎడమవైపు శరీరము, కుడిప్రక్క నుండు పెద్ద మెదడు యొక్క ఆధీనములోను, ఉండును.

కుడిచేతి వాటము కలవారికి—అనగా సూదిలో దారము ఎక్కించుట, తల దువ్వుకొనుట మొదలగు వానిని కుడిచేతితో మాత్రమే చేయువారికి—స్వర కేంద్రము ఎడమవైపు నుండు పెద్ద మెదడులోని కర్ణవృత్తములో నుండును. అందు వలన కుడివైపు పక్షవాతము వచ్చిన యెడల, ఆ రోగికి మాటలాడు శక్తి కూడా అంతరించును; గ్రహింపు జ్ఞాన ముండదు. దీనినే జ్ఞానసంబంధ స్వరరోగము (Sensory aphasia) అందురు. సంచాలక స్వర రోగము (Motor aphasia) లో ఇతరులు మాట్లాడినది గ్రహించిన పిదప, తాను సమాధాన మివ్వ లేకుండుట జరుగును.

#### మెదడు నందు ఏర్పడెడి కురుపు :

పెద్ద మెదడులోగాని, చిన్న మెదడులోగాని లేక వెనుబాములోగాని గడ్డలు కొన్ని సమయము లందు ఏర్పడవచ్చును. మెదడులో అట్టిది వచ్చిన యెడల తలనొప్పి ఉదయమునందు ఎక్కువగా నుండుట, వాంతులు, దృష్టి సన్నగిల్లుట, ఒక్కొక్కప్పుడు పక్షవాతము వచ్చుటకూడా జరుగును. మెదడులోని నాడులు దెబ్బ తినుటకు అపకార మెక్కువ అవుతుండును. గడ్డనుండి లోనికి రక్త స్రావము జరుగుట వలన స్మృతి తప్పుట జరుగును. వెనుబాములో గడ్డ బయలుదేరుటవలన రెండు కాళ్లకు పక్షవాతమువచ్చుట, మూత్రము సరిగా రాకుండుట, కాళ్ళయందు స్పర్శజ్ఞానము నశించుట జరుగును. ఈ గడ్డను శస్త్ర చికిత్స ద్వారా తీసివేయుటయే ఇందుకు జరుగవలసిన చికిత్స.

#### పక్షవాతము :

కుడి ప్రక్కగాని, ఎడమ ప్రక్కనగాని కాలు, చేయి పడిపోవుటనే పక్షవాతము అందురు. కుడి వైపున పక్షవాతము వచ్చినచో స్వరభంగ రోగము కూడా ఆ రోగిలో యుండును. పెద్ద మెదడు యందున్న రక్తనాళము

లో రక్తము గడ్డకట్టుట వలనగానీ, లేక రక్త నాళములు పగిలిపోవుట వలనగానీ ఈ వ్యాధి వచ్చును. రక్తము గడ్డకట్టి పక్షవాతము వచ్చినచో రోగి బ్రతుకుటకు అవకాశము కలదు. రక్తనాళము పగిలినచో వెంటనే స్పృతి తప్పుట, ఆర్థాంగవాతము, తుదకు మరణము సంభవించును. రక్తపుపోటు, మధుమేహము, యిందుకు ముఖ్యమైన కారణములు.

### మెనింజైటిస్ (Meningitis) :

డ్యూరా మాటర్ అనబడుపొరను “పేచిమెనిక్స్” అనియు; పయా, అరక్నాయిడ్ పొరలను “లెప్టో మెనిజిస్” (Lepto meningis) అనియు అందురు. కనుక లెప్టో మెనిజిస్ లో వ్యాధివలన వాపు ఏర్పడిన యెడం దానిని లెప్టో మెనింజైటిస్ అనియు లేక మెనింజైటిస్ అనియు అందురు. ఈ మెనింజైటిస్, వివిధ రకములైన కారణముల వలన వచ్చుటకు వీలున్నది. అందులో ముఖ్యమైన వేమనగా: క్షయ వ్యాధికి సంబంధించిన సూక్ష్మజీవులు, సవాయి వ్యాధి (Syphilis) కి సంబంధించిన సూక్ష్మజీవులు, ఫ్రెప్టోకాక్స్, స్ట్రెప్టోకాక్స్ హిమోఫిలస్, సాల్మో నెల్లా మొదలగు పలు రకములైన సూక్ష్మజీవులు. క్షయ వ్యాధికి సంబంధించిన మెనింజైటిస్ యే ట్యూబర్క్యులోస్ మెనింజైటిస్. సవాయి వ్యాధికి సంబంధించిన వ్యాధియే బుద్ధిహింద్యపు సాధారణ పక్షవాతము) జనరల్ పరాలిసిస్ ఆఫ్ ఇన్ సేన్ టేబిస్ దార్సాలిస్ - Tabes Dorsalis. మెనింగో వాస్క్యులర్ సిఫిలిస్ ఁంటి జీవకముల వలన వచ్చు మెకింజైటిస్ ను, “పయోజెనిక్ మెనింజైటిస్” (Pyogenic meningitis) అందురు. ఇందు చీము త్వరగా చేరును. అన్ని రకములైన మెనింజైటిస్ లలోను వ్యాధి లక్షణములు దాదాపు ఒకే విధముగా ఉండును. తలనొప్పి, వాంతులు, జ్వరము, వెలుతురును సరిగా చూడలేక పోవుట, మెదడు క్రిందికి వంచినచో నొప్పి

యుండుట, కాలునుపైకి తీసినచో తొడవెనుక భాగమునందు నొప్పి యుండుట, మొదలగునవి ఇందు కన్పడును. ఈ వ్యాధి క్షయకి సంబంధించి నది ఆయినపుడు ఫ్రెప్టొమైసిస్, ఐ. ఎన్. హెచ్ (I. N. H), పి. ఎ. ఎస్. (P. A. S) మందులు యివ్వవలయును సవాయి వ్యాధికి సంబంధించినది అగుచో పెన్సిలిన్ ను, యితర కారణములవలన అగుచో సల్ఫా మందులను, క్లోరోమైసిటిన్, పెన్సిలిన్ మొదలగు మందులను యివ్వవలయును.

### పోలియో మైలైటిస్ (Poliamyelitis):

ఈ వ్యాధి బ్రూన్ హిల్డ్, లాన్సింగ్. సూక్ష్మ జీవులవలన వచ్చును. ఇదియొక విషజ్వరము. అంకురించు కాలము 7 నుండి 14 రోజులు. ఇది సాధారణముగా చిన్నపిల్లలకు వచ్చు వ్యాధి. మొదట జ్వరము, తలనొప్పి, కండరముల నొప్పులు, ఆకలి లేకుండుట, వాంతులు, మొదలగు నవి ఉండును. పిదప ఒకటి కంటె ఎక్కువ అవయవములలో పక్షవాతము కలుగును. కొద్దిమారులు శ్వాసకోశములకు సంబంధించిన పక్షవాతము వచ్చును. వ్యాధి ముక్కు తీవ్రత తగ్గిన వెంటనే బిడ్డచేత తగురీతిగ కండరముల వ్యాయామమును సాగింపజేయవలెను. అందువలన పక్షవాతము వచ్చిన అవయవములను, మరల ఉపయోగపడు నట్లు చేయవచ్చును.

ఇతర విధములైన వైరస్ (virus) ల వలన కూడా మెనింజైటిస్ వచ్చుటకు అవకాశము కలదు. అందు ముఖ్యమైనవి రేబిస్, హర్పిస్-జోస్టర్ మొదలగునవి.

### పార్కిన్ సోనిజమ్ (Parkinsonism) :

కార్నస్ స్త్రయంట్ మిలోని నాడీ గ్రంథులన్నియు పాదగుటవలన ఈ వ్యాధి వచ్చును. ఈ వ్యాధి సంభవించిన రోగి బొమ్మవలె బిగుసుకొని పోవుట,

#### 4. ట్రైజిమినల్ నాడి (Trigeminal nerve):

అయిదవ నాడి గ్రంథిలో వాపు కల్గినచో ముఖమందు ఒక ప్రక్క భాగమంతటను తీవ్రమైన నొప్పి కలుగును. ఇది మాట్లాడుట వలనగాని, చల్లని నీరుతో ముఖము కడుగుట వలనగాని తగ్గువగును. నొప్పి తగ్గుటకు తగు ఔషధము యిచ్చుటయు, ట్రైజిమినల్ గాంగ్లియాన్ కు వెనుక వైపున ఉన్న సంవేదనా మూలమును (Sensory root) చేదించుటయు ఇందులకు తగిన చికిత్సలు.

#### 5. ఫేషియల్ నాడి (Facial nerve) :

చెవి వెనుక ఏడయిన కురుపులు ఏర్పడిన యెడల అది ఈ నాడి ద్వారా పైకి వ్యాపించగా, నాడిగ్రంథి వద్ద వాపురావచ్చును. అదియున్నగాక చలికి గురియగుట వలనగూడ ముఖము యొక్క ఒక పక్షభాగమునకు వాతము వచ్చును కార్టికోస్టిరాయిడ్స్ (Corticosteroids) ఇచ్చుట వలనగానీ, కపాలము నుండి ఈ నాడి బయటికి వచ్చు ద్వారము వద్ద ఈ నాడి మీద ఉన్న వత్తిడిని తొలగించుట వలనగానీ, కొంత సుగుణము కనిపించును.

#### 6. శ్రవణ నాడి (Auditory nerve) :

చెవినుండి చీము కారుటవలన ఈ నాడి దెబ్బ తినును. తుదకు పూర్తిగా వినిపించక పోవుటకూడా జరుగును. క్రమంగా మిగతా మెదడునాడులు దెబ్బతినుటవలన ఆహార పదార్థములను మ్రింగుటలో కష్టమగుట, శ్వాస సరిగా ఆడకపోవుట, నాలుక కండరములకు పక్షవాతము వచ్చుట జరుగును.

#### స్వరభంగ రోగము (Aphasia) :

మన శరీరములో కుడివైపు శరీరము, ఎడమ ప్రక్కనుండు పెద్ద మెదడు యొక్క ఆధీనము లోను; ఎడమవైపు శరీరము, కుడిప్రక్క నుండు పెద్ద మెదడు యొక్క ఆధీనములోను, ఉండును.

కుడిచేతి వాటము కలవారికి—అనగా సూదిలో దారము ఎక్కించుట, తల దువ్వుకొనుట మొదలగు వానిని కుడిచేతితో మాత్రమే చేయువారికి—స్వర కేంద్రము ఎడమవైపు నుండు పెద్ద మెదడులోని కర్ణవృత్తములో నుండును. అందు వలన కుడివైపు పక్షవాతము వచ్చిన యెడల, ఆ రోగికి మాటలాడు శక్తి కూడా అంతరించును; గ్రహింపు జ్ఞాన ముండదు. దీనినే జ్ఞానసంబంధ స్వరరోగము (Sensory aphasia) అందురు. సంచాలక స్వర రోగము (Motor aphasia) లో ఇతరులు మాట్లాడినది గ్రహించిన పిదప, తాను సమాధాన మివ్వ లేకుండుట జరుగును.

#### మెదడు నందు ఏర్పడెడి కురుపు :

పెద్ద మెదడులోగాని, చిన్న మెదడులోగాని లేక వెనుబాములోగాని గడ్డలు కొన్ని సమయము లందు ఏర్పడవచ్చును. మెదడులో అట్టిది వచ్చిన యెడల తలనొప్పి ఉదయమునందు ఎక్కువగా నుండుట, వాంతులు, దృష్టి సన్నగిల్లుట, ఒక్కొక్కప్పుడు పక్షవాతము వచ్చుటకూడా జరుగును. మెదడులోని నాడులు దెబ్బ తినుటకు అఽకాశ మెక్కువ అవుతుండును. గడ్డనుండి రోనికి రక్త స్రావము జరుగుట వలన స్మృతి తప్పుట జరుగును. వెనుబాములో గడ్డ బయలుదేరుటవలన రెండు కాళ్లకు పక్షవాతమువచ్చుట, మూత్రము సరిగా రాకుండుట, కాళ్ళయందు స్పృశజ్ఞానము నశించుట జరుగును. ఈ గడ్డను శస్త్ర చికిత్స ద్వారా తీసివేయుటయే ఇందుకు జరుగవలసిన చికిత్స.

#### పక్షవాతము :

కుడి ప్రక్కగాని, ఎడమ ప్రక్కనగాని కాలు, చేయి పడిపోవుటనే పక్షవాతము అందురు. కుడి వైపున పక్షవాతము వచ్చినచో స్వరభంగ రోగము కూడా ఆ రోగిలో యుండును. పెద్ద మెదడు యందున్న రక్తనాళము



లలో రక్తము గడ్డకట్టుట వలనగానీ, లేక రక్త నాళములు పగిలిపోవుట వలనగానీ ఈ వ్యాధి వచ్చును. రక్తము గడ్డకట్టి పక్షవాతము వచ్చినచో రోగి బ్రతుకుటకు అవకాశము కలదు. రక్తనాళము పగిలినచో వెంటనే స్పృతి తప్పుట, అర్ధాంగవాతము, తుదకు మరణము సంభవించును. రక్తపుపోటు, మధుమేహము, యిందుకు ముఖ్యమైన కారణములు.

### మెనింజైటిస్ (Meningitis) :

డ్యూరా మాటర్ అనబడుపొరను “పేచిమెనిక్స్” అనియు; పయా, అరక్నాయిడ్ పొరలను “లెప్టో మెనిజిస్”(Lepto meningis) అనియు అందురు. కనుక లెప్టో మెనిజిస్ లో వ్యాధివలన వాపు ఏర్పడిన యెడల దానిని లెప్టో మెనింజైటిస్ అనియు లేక మెనింజైటిస్ అనియు అందురు. ఈ మెనింజైటిస్, వివిధ రకములైన కారణముల వలన వచ్చుటకు వీలున్నది. అందులో ముఖ్యమైన వేమనగా: క్షయ వ్యాధికి సంబంధించిన సూక్ష్మజీవులు, సవాయ వ్యాధి(Syphilis) కి సంబంధించిన సూక్ష్మజీవులు, స్ట్రెప్టోకాక్స్, స్టాఫైలోకాక్స్ హిమోఫిస్, సాల్మో నెల్లా మొదలగు పలు రకములైన సూక్ష్మజీవులు. క్షయ వ్యాధికి సంబంధించిన మెనింజైటిస్ యే ట్యూబర్క్యులోస్ మెనింజైటిస్. సవాయ వ్యాధికి సంబంధించిన వ్యాధియే బుద్ధిమాంద్యపు సాధారణ పక్షవాతము) జనరల్ పరాలిసిస్ ఆఫ్ ఇన్ సేన్ డేబిస్ దార్సాలిస్ -Tubes Dorsalis). మెనింగో వాస్క్యులర్ సిఫిలిస్ వంటి జీవకముల వలన వచ్చు మెనింజైటిస్ ను, “పయోజెనిక్ మెనింజైటిస్” (Pyogenic meningitis) అందురు. ఇందు చీము త్వరగా చేరును. అన్ని రకములైన మెనింజైటిస్ లలోను వ్యాధి లక్షణములు దాదాపు ఒకే విధముగా ఉండును. తలనొప్పి, వాంతులు, జ్వరము, వెలుతురును సరిగా చూడలేక పోవుట, మెదను క్రిందికి వంచినచో నొప్పి

యుండుట, కాలునుపైకి తీసినచో తొడవెనుక భాగమునందు నొప్పి యుండుట, మొదలగునవి ఇందు కన్పడును. ఈ వ్యాధి క్షయకి సంబంధించి నది అయినపుడు స్ట్రెప్టోమైసిస్, ఐ. ఎన్. హెచ్ (I. N. H), పి. ఎ. ఎస్. (P. A. S) మందులు యివ్వవలయును సవాయ వ్యాధికి సంబంధించినది ఆగుచో పెన్సిలిన్ ను, యితర కారణములవలన ఆగుచో సల్ఫా మందులను, క్లోరోమైడిన్, పెన్సిలిన్ మొదలగు మందులను యివ్వవలయును.

### పోలియో మైలైటిస్ (Poliamyelitis):

ఈ వ్యాధి బ్రున్ హిల్డ్, లాన్సింగ్. సూక్ష్మ జీవులవలన వచ్చును. ఇదియొక విషజ్వరము. అంకురించు కాలము 7 నుండి 14 రోజులు. ఇది సాధారణముగా చిన్నపిల్లలకు వచ్చు వ్యాధి. మొదట జ్వరము, తలనొప్పి, కండరముల నొప్పులు, ఆకలి లేకుండుట, వాంతులు, మొదలగు నవి ఉండును. పిదప ఒకటి కంటె ఎక్కువ అవయవములలో పక్షవాతము కలుగును. కొద్దిమారులు శ్వాసకోశములకు సంబంధించిన పక్షవాతము వచ్చును. వ్యాధి యొక్క తీవ్రత తగ్గిన వెంటనే బిడ్డవేత తగురితీగ కండరముల వ్యాయామమును సాగింపజేయవలెను. అందువలన పక్షవాతము వచ్చిన అవయవములను, మరల ఉపయోగపడు నట్లు చేయవచ్చును.

ఇతర విధములైన వైరస్ (virus) ల వలన కూడా మెనింజైటిస్ వచ్చుటకు అవకాశము కలదు. అందు ముఖ్యమైనవి రేబిస్, హర్పిస్-జోస్టర్ మొదలగునవి.

### పార్కిన్ సోనిజమ్ (Parkinsonism) :

కార్పస్ స్ట్రయటమ్ లోని నాడీ గ్రంథులన్నియు పాడగుటవలన ఈ వ్యాధి వచ్చును. ఈ వ్యాధి సంభవించిన రోగి బొమ్మవలె బిగుసుకొని పోవుట,

ఆదే విధముగ నడచుట, నడచునపుడు చేతులు ఊపక పోవుట, ముఖముద్వారా ఏ భావమును వ్యక్తపరచక పోవుట మొదలగు లక్షణములను కన్పరచును. ఎల్-డోపా (L -dopa) మందు యిచ్చినచో ఈ వ్యాధి నయమగు అవకాశము కలదు.

### విల్సన్ వ్యాధి (Wilson Disease) :

ఈ వ్యాధియందు బేసర్ న్యూక్లియస్, కాలేయము పాడగుట జరుగును. ప్రేళ్ళు లయయుక్తముగా చలించుట, మాట తడబడుట, కండరములు బిగుసుకొని పోవుట, పచ్చకామెర్ల వచ్చుట, కంటిలో తె. ఎఫ్. రింగ్ కనపడుట మొదలగునవి ముఖ్యలక్షణములు. డి-పెన్సిలియామిన్ ఔషధము ఈ వ్యాధిలో బాగుగా పనిచేయును.

### హేరిడటరీ ఎటాక్సియాస్ (Here ditary Ataxias):-

ఇందు ఐదు విధములైన వ్యాధులు కలవు. ఆ వ్యాధులన్నియు వంశపారంపర్యంగా వచ్చును. నడచుటలో తడబడుట, కాళ్ళు బలహీనమగుట, మాట సరిగారాక తడబడుట, చూపు సరిగా కనపడక పోవుట మొదలగునవి ఇందలి లక్షణములు.

### విటమిన్ బి<sub>12</sub> సూరోపతీ :-

ఈ వ్యాధి విటమిన్ బి<sub>12</sub> లోపము వలన వచ్చును. ముఖ్యమైన లక్షణములేవనగా : కాళ్ళు చేతులు తిమ్మిరి పట్టుట, నడక తడబడుట, మూత్రకోశము మీద అదుపులేక పోవుట, నేత్రనాడిదెబ్బ తినుట. విటమిన్ B<sub>12</sub> జీవితాంతము ఇవ్వవలయును.

### బహుళ నాడి వ్యాధి (Polyneuritis) :

విటమిన్ “బి” లోపమువలనను, శ్రీలకు, రక్తము శుక్కువగా నున్నపుడును, పుట్టకురుపు వంటి

వ్యాధులకు యిచ్చు ఔషధము వలనను, సైప్రో మైసిన్ వంటి మందులవలనను ఈ వ్యాధి వచ్చును. కాళ్ళచేతులందు పోట్లు వచ్చుట, తిమ్మిరి ఎక్కుట, పిక్కల యందు నొప్పి యుండుట మొదలగునవి ఈ వ్యాధి లక్షణాలు. విక్రాంతి, మంచి ఆహారము, రక్తక్షీణతకు వైద్యము, “బి” విటమిన్ యిచ్చుట ఇందులకు తగిన చికిత్స.

### కండరక్షీణత (మస్కులర్ డిస్ట్రోఫీ) :-

వంశపారంపర్యంగా వచ్చు వ్యాధులు ఇవి. వ్యాధి వచ్చు వయస్సును బట్టి ఈ వ్యాధిని ఆరు రకములుగా విభజించవచ్చును. మొదట బిడ్డ ఆరోగ్యముగనే జన్మించినను అటు పిదప తొండి కండరములు, చేతిదండ యొక్క కండరములు, పిక్కలు బలహీనమై, సైజులో చిన్నవగును. గుండె కూడా ఒక్కొక్కసారి బలహీనమై పోవును.

### మూర్చవ్యాధి (Epilepsy) :-

ఒక్కొక్క పర్యాయము వంశ పారంపర్యము, ఒక్కొక్కసారి మరి ఏవియో యితర కారణముల వలనను మూర్చవ్యాధి రావచ్చును. ఇందు తలనొప్పి, కళ్ళ ముందు వింత రంగులు కనబడుట, అటు పిదప కాళ్ళు చేతులు కొట్టుకొనుట, ఊపిరి పట్టివేయుట, స్మృతి తప్పుట, మలమూత్ర విసర్జన ఆగుట ఉండును. అటు పిదప రోగి విపరీతముగా నిద్రపోవుట జరుగును. డైలాంటిన్ సోడియమ్, ఫెనో బార్బిటోన్ మందులు చివర సారి మూర్చ వచ్చిన తరువాత కనీసం మూడు సంవత్సరముల వరకూ ఇవ్వవలయును.

ఆంగ్లమూలము : డా॥ జి ఇండిర

తెనుగు : డా॥ ఆర్. రామచంద్రరావు.

# 144. చర్మ వ్యాధులు

మానవ శరీరము యొక్క పైపొరను చర్మము అనెదరు. చర్మమును ఈ క్రింది భాగములుగా విభజించ వచ్చును.

## 1. బాహ్యచర్మము లేక ప్రథాసిని (Epi-dermis)

దీనికి మరల రెండు పొరలుగా విభజించ వచ్చును. (a) పైపొర (b) క్రిందిపొర. పైపొర యందున్న జీవకణము లన్నియు మరణించిన కణములు. క్రింది పొరయందు లింపాటిక్ (Lym-phatics) అనబడు నాళములు ఉండును.

## 2. లోపలి చర్మము లేక అంత స్తవచ్రము:-

దీనిలో ఈ క్రింద పేర్కొనబడిన గ్రంథులు ఉండును.

(అ) చర్మపు గ్రంథులు.

(ఆ) క్రొవ్వు ద్రవమును తయారు చేయు గ్రంథులు.

(ఇ) జ్ఞాన నాడులు.

(ఈ) రక్తనాళములు.

## 3. అనుబంధికములు (Appendages):

గోళ్ళు, వెంట్రుకలనే అనుబంధికములు అనెదరు. ప్రథాసిని కొద్దిగా మార్పుచెంది గోళ్ళుగా తయారగును. వెంట్రుకలు లఘు రంధ్రముల ద్వారా బయటికి వచ్చును. ఇవి వెంట్రుకల కణముల నుండి తయారగును.

## చర్మము యొక్క పనులు :-

1. ఇది శరీరమునకు కవచము మాదిరి ఉపయోగపడును.

2. దీనియందు జ్ఞాననాడులు ఉండును.

3 క్రొవ్వు పదార్థములను తయారుచేయును.

4. క్రొవ్వు పదార్థమును పీల్చగల శక్తి చర్మమునకు కలదు.

5. గోళ్ళు, వెంట్రుకలు, చర్మము నుండియే తయారగును.

6. చర్మమునందు ఎగ్గోసిరాల్ అనబడు పదార్థము విటమిను 'డి' గా మార్పుచెందును. ఈ మార్పు సూర్యరశ్మివలన కలుగును.

7. చెమట ద్వారా చర్మము ఉప్పునీటిని విసర్జించును. అదియునుగాక శరీరము యొక్క ఉష్ణోగ్రతను కూడా కట్టుబాటులో ఉంచును.

## చర్మవ్యాధులు - అంటువ్యాధులు :

### I. పరాన్న భుక్తులవలన వచ్చు వ్యాధులు:

1. గజ్జి తురుపులు :- ఈ వ్యాధి ఎకారిన్ స్కెబిబ అనబడు సూక్ష్మజీవుల వలన వచ్చును. ఒకరికి వచ్చినపుడు తక్కిన కుటుంబ సభ్యులందరికి ఈ వ్యాధి వచ్చు అవకాశము కలదు. పొక్కులు లేచుట, అందుండి రసికారుట యుండును. ఇది ఎక్కువగా బొటన వ్రేళ్ళు అరిచేతులకు కొంచము ముందుగాను, న్ననముల యందును, పిరుదుల యందును, ఎక్కువగా యుండును. ఈ సూక్ష్మజీవులు రాత్రిపూట గ్రుడ్లను చర్మము లోని రంధ్రములలో పెట్టును. అందువలన దురద కూడా రాత్రి సమయమునందే ఎక్కువగా నుండును. ఈ గ్రుడ్లను సూక్ష్మదర్శిని ద్వారా చూచి, వ్యాధి నిర్ధారణ చేసికొన వచ్చును. ఈ వ్యాధి వచ్చిన యెడల కుటుంబసభ్యులందరికి వైద్యము చేయవలెను. బెంజైల్ బెంజోయేట్ (Benzyl Benzoate) 25% కలిగిన ఎమల్షన్ను,

ముఖము తప్ప మిగతా అన్ని అవయవములకు రాయలయును. దుస్తులన్నియు బాగుగా శుభ్రము చేయవలెను. చీము పట్టిన యెడల, యాంటిబయోటిక్స్ యివ్వవలయును.

2. పేలు :- ఈ వ్యాధి చర్మమునందును నెత్తిమీదను, కడుపుపై నున్న వెంట్రుకలందును వచ్చును. వ్యక్తిగత శుభ్రతలేని వ్యక్తులకు పేలు పట్టుటకు అవకాశము కలదు. ఇందు మూడు రకములు కలవు.

(a) వ్యాధి తలమీద వచ్చుట

(b) పొట్టమీద వచ్చుట

(c) శరీరము మీద వచ్చుట.

విపరీతమైన దురద, గోకుడువలన చర్మము రాచుకు పోయినట్లగును. ట్రెంట్ ఫీవర్ ను రిలాప్సింగ్ ఫీవర్ ను రైఫన్ జబ్బును వ్యాప్తి చేయుటకు పేలు ఉపయోగపడును. తల బాగుగా దువ్వి, గ్రుడ్లను తీసివేయుటయు, బె.జోయెడ్ ను శరీరమునకు రాయుటయును దీనికి జరుగవలసిన చికిత్స.

II. శిలింధ్రపు ఫంగస్ సంపర్క దోషములు :-

1. తలలో తామర (టెనీయాకాపిటోస్) :-

ఇది నెత్తిపైన వచ్చు వ్యాధి మొదట దురద, అటుపిదప బూడిద రంగులో ఉంగరపు ఆకృతిలో మచ్చలు ఉండును. వెంట్రుకలు రాలిపోవును. గ్రెగిసియోఫల్విస్ 0.25 గ్రాముల నుంచి 0.5 గ్రాముల వరకు యివ్వవచ్చును. ఈ విధముగా రోజుకు ఒకసారైనను, రెండుమారులైనను, రెండు వారముల వరకు యివ్వవలయును.

2. వంటి తామర (టెనీయా సర్సిఫా) :-

పిల్లవంటి పెంపుడు జంతువుల వలన ఈ వ్యాధి వచ్చును. పొడలు ఉంగరపు ఆకృతిలో ఉండును. ఎక్కువగా ముఖము, కాళ్లు, చేతుల

యందు ఉండును. ఒక్కొక్కమారు రసీకూడా కారును. గ్రెగిసియో ఫల్విస్ .5 గ్రా నుండి, 1 గ్రా. వరకు రోజుకొకమారు తీసుకొనవలయును. టాల్ నాఫ్టేడ్ ను కూడా ఉపయోగించవచ్చును.

3. మొలగజ్జి (టెనీయా ట్రూరిస్) :- పిరుదుల మీదను, పిరుదుల క్రింద భాగములోను, ఈ వ్యాధి లక్షణములు కనిపించును. పురీషనాశము వద్ద విపరీతమైన నొప్పి యుండును. గ్రెగిసియో ఫల్విస్ యిచ్చిన మంచి ఫలితము కనిపించును.

4. రామ్మూకోఫ (టెనీయా వర్సికొలర్) :- హర్షిలేయర్ (పొర)యందుకు గురియగును రామ్మూపై పొడలు కనిపించును. ఆ పొడలు గోధుమ రంగున పొడిగానుండి, పొలుసులు కలిగియుండును. క్రమబద్ధమైన ఆకారము ఉండదు. సెలినియమ్ సల్ఫైడ్ సస్పెన్షన్ బొషధమును దీనికై ఉపయోగించుదురు.

5. అంగుళీదర్దపు (డర్మటో ఫెటాసిస్) :- విపరీతమైన దురద, మంట, అటు పిదప చిన్న చిన్న కురుపులు అరిచేతులు, పాదములు, వ్రేళ్ళ మధ్యన వచ్చును. ఈ వ్యాధికి అల్బామినియమ్ సబ్ అసిటేట్ సోల్వ్యాషన్ 1:10000 పొటాషియం పెర్మాంగనేటుతో కలిపి వాడవలయును.

6. తామర (టెనీయా ట్రూన్స్ ఫరాస్) :- తెల్లని పొలుసులు గల గుండ్రని మచ్చలు కనబడును. పది రోజుల కొకసారి షురకర్మ చేయించి ప్రిక్ ఆసిడ్, రుద్ది చేసిన స్పిరిట్ కలిపి రోజుకు రెండుసార్లు రాచిన యెడల గుణము కనిపించును.

7. మూలదర్దపు (ట్రొఫోనియస్ కాన్ ట్రైడాసిస్) :- యోని ద్వారము వద్ద, పురీషనాశము వద్ద దురద యుండును. ఈ వ్యాధి సాధారణముగా మధుమేహ వ్యాధి ఉన్న స్త్రీలకు, గర్భిణీ స్త్రీలకు, విపరీతమైన లావు ఉన్నవారికి వచ్చును. నిస్టాటిన్ వజై నర్ మాత్రలు రోజు రాత్రిపూట వాడినచో సుగుణము కనిపించును.

### III సూక్ష్మజీవుల వలన వచ్చు వ్యాధులు:

1. ఫరంకిలోసిస్ :- తీక్షణమైన, బాధాకరమైన, ఒక కురుపు ఇది వెంట్రుకల కుడుట్లో ఆరంభమగును. చివరకు అందులో చీము కూడా చేరును. స్త్రైప్రోకాక్స సూక్ష్మజీవుల వలన వచ్చు ఈ వ్యాధి ఎక్కువ సంఖ్యలో వెంట్రుకల కుడుళ్ళను వ్యాధికి గురి చేయవచ్చును. వొళ్లు నొప్పలు కూడా ఉండును. గుండ్రముగా గాని లేక కోణము ఆకారములో గాని ఉండును. ఆంటిబయోటిక్స్ యిచ్చినచో వ్యాధి త్వరగా నయమగును.

2. రాచకురుపు (కార్బంకిల్) :- వెంట్రుకల కుడుళ్ళు ఎక్కువ సంఖ్యలో వ్యాధికి గురి అయినపుడు ఒక పెద్ద కురుపు అగుటకు, అవకాశము కలదు. కురుపు ఉన్న ప్రదేశములోనే నాలుగైదు చోట్లనుండి చీము కాదును.

3. ఎరిసి పలాన్ :- చర్మము యొక్క పై పొరలో వాపు ఉన్న ఎడల దానిని ఎరిసిపలాన్ అనియు, లోపలి పొరలలో కూడా ఉన్న ఎడల ఆ వ్యాధికి సెల్యులైటిస్ అనియు అందురు. నొప్పి, వొళ్ళు నొప్పలు, జ్వరము వచ్చుట జరుగును. ఆంటిబయోటిక్స్ యిచ్చినచో ఈ వ్యాధి త్వరగా నయమగును.

4. ప్రక్క కురుపులు (బెడ్ సోర్స్) :- ఎముకల చొత్తిడి వలన దాని క్రిందనున్న చర్మములో రక్తప్రసరణము తగ్గిపోయి చివరకు కురుపులు అగును. ఇవి పక్షవాతము వచ్చిన రోగులలో ఎక్కువగా కనిపించును సూక్ష్మజీవుల వలన ఈ కురుపు మరింత పెద్దదగును. ఆంటిబయోటిక్స్ పొడి ఈ కురుపులపై వేసి డ్రెస్సింగ్ చేయవలయును.

5. ఇంపెటైగో మరియు ఎక్తేమా :- ఈ వ్యాధి ఎక్కువగా ముఖము, అరిచేతులు, పాదములలో వచ్చును. ఇంపెటైగోనందు సూక్ష్మజీవులు చర్మము యొక్క పైపొరల యందును, ఎక్తేమా

యందు లోపలి పొరలలోనూ ఉండును. ఆంటిబయోటిక్స్ యిచ్చినచో త్వరగా నయమగును.

6. ఇంపెటైగో కంటాజియోసా :- ఈ వ్యాధి స్త్రైప్రోకాక్స మరియు స్టాఫెలోకాక్స సూక్ష్మజీవుల వలన వచ్చును. ఒక వ్యక్తి నుండి మరొక వ్యక్తికి వెంటనే వ్యాపించును. చీముపొక్కుల రూపేణా కూడా యిది సంభవించ వచ్చును. అవి పగిలి పుండ్లగును. పెన్సిలిన్ గాని లేక 1% జెన్సన్ వయోలెట్ గాని ఈ కురుపులకు రాచిన యెడల తగ్గిపోవును.

### IV. విషజీవుల వలన వచ్చు చర్మ వ్యాధులు:-

1. నర్సి (హర్పిస్ జోస్టర్) :- ఈ వ్యాధి ఎక్కువగా పొట్టమీదను, ముఖముమీదను వచ్చును. నరముల నొప్పి, ఆ నరముల పొడుగునా చిన్న చిన్న కురుపులు అగుట యుండును. నొప్పి తగ్గటకు ఆస్పిరిన్ అటు పిదప ట్రమాంసిన్లోన్ మందు సూచి ద్వారా కండరములోనికి 40-60 మి.గ్రా యిచ్చిన యెడల నొప్పి, కురుపులు త్వరగా తగ్గిపోవును.

2. విషనర్సి (హర్పిస్ సింప్లెక్స్) :- ఇది విషజీవి వలన వచ్చు వ్యాధి. ఇందు చర్మము మొదట ఎఱ్ఱబడును. అటు పిదప చిన్న చిన్న కురుపులు అగును. ఎక్కువగా ముఖము మీదను, యోని ప్రదేశము నందును ఉండును. కాంపర్ స్పిరిట్ రోజుకు రెండు మారులు ఉపయోగించిన యెడలను లేక ఎపినెప్రిన్ 1:100 సొల్యూషన్ రోజుకు రెండుసార్లు కురుపుల మీద వేసిన యెడలను ఈ వ్యాధి నయమగుటకు అవకాశమున్నది. కార్బికోస్టెరాయిడ్స్ యివ్వకూడదు.

3. కాలికాయలు (కారన్సు) :- కాయలు లేక కారన్సు ఎముకల చొత్తిడి ఉన్న ప్రదేశములో వచ్చును. విపరీతమైన నొప్పి నడచునప్పుడు

ఉండును. మొదటగా సాలిసిలిక్ ఆసిడ్, కొలాయి డోన్ తో కలిపి కాయల మీద బాగుగా రాచిన ఎదల అవి మెత్తబడును. అటు తరువాత వానిని శత్రు చికిత్స ద్వారా తీసి వేయవలెను.

#### V. సాధారణ చర్మ వ్యాధులు :-

1. ఎరిథిమానోడోజిమ్ :- ఎఱ్ఱని కాయలు కాలియొక్క ముందు భాగమునందు ఉండును. ఇది బాలానోప్సి కలిగించును. ఇవి ఇతర వ్యాధులలో కూడా కనిపించ వచ్చును. (ఉదాహరణకు:- షయవ్యాధి, సవాయి వ్యాధి, రుమాటిక్ జ్వరము, ఫ్లెట్రోకాకోసిస్ మొదలగునవి.) జ్వరము వొట్ట నొప్పులు, కూడా ఉండవచ్చును. పైన పేర్కొన్న వ్యాధులకు ఔషధము యిచ్చినచోయిది తగ్గిపోవును.

2. మల్టిఫార్మ్ (ఎరిథిమా మల్టిఫార్మ్) :- (Erythema Multi forme) : ఇందు చర్మము మీద ఎర్రని పొడలు ఏర్పడును. ఈ పొడలు ఎఱ్ఱగా ఉండవచ్చును; లేక చీము ఉండి ఉండ వచ్చును; లేక అందు రక్తము ఉండి ఉండవచ్చును. అరిచేతులలోను, పాదములలోను ఎక్కువగా ఉండును. ఇది రుమాటాయిడ్ లోను, అల్పరేటివ్ కొలైటిస్ లోను, ల్యూపస్ ఎరిథిమా టోసిస్ లోను, వచ్చు అవకాశమున్నది. అదియునుగాక తీసుకున్న ఔషధములు పడకపోయినను ఈ విధముగా జరుగ వచ్చును. టెట్రా సైక్లిన్ 250 మి.గ్రా. రోజుకు నాలుగు మార్లు చొప్పున యివ్వవలయును.

3. పెంపిగన్ :- బొబ్బలు కనబడి, జ్వరము వచ్చుట చీని లక్షణము. చర్మము యొక్క పై పొరలు దెబ్బ తగులుటవలన పైకి వచ్చి వేయును. అది ఒకప్పుడు మరణ హేతువుగును. కార్మిసోన్ ఎ.సి.టి.పెచ్. ఔషధములు బాగుగా పని చేయును.

4. పసుగు గజ్జి (Eczema) :- మొదట దురద, అటు పిదప ఎర్రని కురుపులు, దాని నుండి రసికారుట మొదలగునవి ఎక్కువగా ముఖము, మెడ, చాతీ కిళ్ళలోను, అరిచేతులలోను, ఉండును. కుటుంబ సభ్యులలో ఎవరి కైనను మందులు గాని, గ్రుడ్డుగాని, పుష్పరేణువులు గాని కల్గించిన యిండియ వికారము మూలమున యిది సంభవించ వచ్చును.

హైడ్రో కార్మిసోన్, సియోమైసిన్ మలాములను వాడవలయును. యాంటీ ఎలర్జిక్ మాత్రలు కూడా వాడ వచ్చును.

5. పొలుసుజబ్బు (పోరియాసిస్) :- రజత వర్ణము గల పొలుసులు మోకాళ్లు, మోచేతులపై ఎక్కువగా ఉండును. ఈ పొలుసులు క్రమ బద్ధ ముగా నుండవు. కోల్ టార్ లేక కార్మిసోన్ మలా మాలను వాడవలయును.

6. తలపొలుసు (సెబారియా) :- గుండ్రని లేక కోడిగుడ్డు ఆకారములో ఇది తలపై గోచ రించును. పసుపు పచ్చని పొలుసులుండును. సల్ఫర్, కార్బాలిక్ ఆసిడ్ లోషన్ లేక ఆయిండ్ మెండ్ వాడవలెను.

7. అర్టికేరియా :- చర్మముపై వాపు, దురద ఉండును. ఇది నరముల ఉద్రేకత, ఆస్మా లేక ఉబ్బసము వ్యాధికి సంబంధించిన ఎలర్జివలన వచ్చును. ఆంటిహిస్టమిన్ మందులవలన ఇది తగ్గుటకు అవకాశము కలదు.

8. మొటిమలు (అక్నీ వల్గారిస్) :- మొటి మలు గుంపులుగా ముఖము మీద, శరీరము వెనుక భాగమునందు, భుజముల మీదను యుక్త వయస్సు వచ్చిన తరువాత లేచును. క్రొవ్యు పదార్థములను మానివేయుట, విటమిను 'బి' ని తీసుకొనుట, సల్ఫర్ ఆయిండ్ మెండ్ మొటిమల మీద రాయుట చేసినచో మొటిమలు తగ్గును.

9. ల్యూథైస్ వల్గారిస్ - ఇది క్షయవ్యాధికి సంబంధించినది. ముఖము ముఖ్యముగా గురియగును. ఇతర భాగములు కూడా దీనికి గురి కావచ్చు. క్షయకు చేసిన మాదిరి చికిత్సనే చేయవలయును.

10. కాల్పులు (Burns) :- కాల్పుల వలన చర్మము ఎర్రబడుట, ప్రభాసిని పైకిలేచి పోవుట జరుగును. కాల్పులు తీవ్రతరమైనప్పుడు స్థూల త్వక్కు, కండరములు కూడా కాలిపోవును. మార్పియూ మందు, ఇంజెక్షన్ ద్వారా యిచ్చినచో నొప్పి తగ్గును. ఒక్కొక్క పర్యాయము ఆహారము వచ్చును. అందువలన రక్తము యివ్వవలసి వచ్చును.

11. పుట్టుకతోవచ్చు లోపములు :- చర్మపు గ్రంథులు లేక పోవుట, వెంట్రుకలు లేకపోవుట జరుగును. చెమట పట్టకపోవుట వలన, శరీర ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువగు సమయములో తడి బట్టలు ధరించి తీరగవలసి వచ్చును. "ఆల్బినిజమ్" అను వ్యాధియందు చర్మము యొక్క రంగు వేరుగా నుండును. ఇందు చర్మమునందు ఉండవలసిన వర్ణద్రవ్యము (పిగ్మెంటు) ఉండదు.

మూలము. డా॥ ఆర్. రామచంద్రరావు

తెలుగు డా॥ జి. ఇందిర.

## 145. నిర్వాహక గ్రంథాలు

(Endocrine Glands)

మన శరీరములో ఐదు రకములైన నిర్వాహక గ్రంథులు కలవు. ఈ గ్రంథుల నుండి వెలువడు హార్మోనులు మన శరీరపు పెరుగుదలకు ఎంతయో ఉపయోగపడును. ఈ గ్రంథులలో అతి ముఖ్యమైనది పోషక గ్రంథి.

### I. పోషక గ్రంథి (Pituitary Gland) :

ఈ గ్రంథి తృతీయ జవనికతో సంబంధము కలిగి యుండి "సేనాయిడ్" అనబడు ఎముకలో ఆమర్చబడి యుండును. దీని పొడవు, వెడల్పు వత్తు సుమారుగా  $1 \times 1 \times 0.5$  సెం.మీ ఉండును. ఈ గ్రంథిని మూడు భాగాలుగా విభజించవచ్చును.

(అ) ముందు భాగము.

(ఆ) మధ్య భాగము.

(ఇ) వెనుక భాగము.

ముందు భాగము నుండి వెలువడు హార్మోనులు ఏవనగా :-

1. అస్థిపంజరము యొక్క పెరుగుదలను క్రమబద్ధము చేయు పదార్థము లేక పెంపుదల హార్మోను (గ్రోత్ హార్మోను).

2. గళ గ్రంథులను కట్టుబాటుచేయు హార్మోను లేక థైరాయిడ్ స్టిమ్యులేటింగ్ హార్మోను.

3. లైంగిక మాంసగ్రంథులపై పనిచేయు పదార్థము-ఫాలిక్యులర్ స్టిమ్యులేటింగ్ హార్మోను (F.S.H) మరియు ఇంటర్ స్టిషియల్ స్టిమ్యులేటింగ్ హార్మోను. (I.C.S.H), ల్యూటినిజింగ్ హార్మోను మొదలగునవి.

4. గర్భధారణ సమయములో శరీరస గ్రంథులపై ప్రభావము కలిగియుండు హార్మోను లేక ల్యూటియో ట్రోపిక్ హార్మోను.

5. ఎడ్రినల్ లేక స్పక్కోపరి గ్రంథులను కట్టుబాటు చేయు హార్మోను - ఎడ్రినోకార్టికో ట్రోఫిక్ హార్మోను. (A.C.T.H)

6. ఉపగళ గ్రంథులపై నను, క్లోమము నందలి ప్రత్యేక, భాగములపై నను ప్రభావము కనపరచు హార్మోను.

వెనుక భాగము నుండి స్రవించు హార్మోను లేవనగా :-

1. మూత్రమును కట్టుబాటు చేయు హార్మోను, లేక యాంటిడై యూరిటిక్ హార్మోను.

2. గర్భాశయముపై పనిచేయు ఆక్సిటోసిను ఆనబడు హార్మోను.

పోషక గ్రంథికి సంబంధించిన వ్యాధులు (Disorders of Pituitary glands) :

**జైకాంటిజమ్ (Gigantism) :-** ఇస్సోఫిల్ కణములు ఎక్కువగా స్రవించుట వలన ఈ వ్యాధి మొదలగును. బాల్యమున మొదలగు ఈ వ్యాధిలో అస్థిపంజరము, కండరములు విపరీతపు రీతిలో పెరిగి మనిషి అతి పొడగరిగా తయారగును.

1. ఎక్రొమెగాలీ (Acromegaly) :- ఎముకలు కలిసిన తరువాత ఈ వ్యాధి సంక్రమించును. చేతులు కాళ్ళు పెద్దవి, అగుట, క్రింది దౌడ పెద్దగా విపరీతముగా పెరుగుట జరుగును.

2. కుషింగ్ వ్యాధి (Cushings Syndrome): బెసోఫిల్ కణములు ఎక్కువగా స్రవించుట వలన ఈ వ్యాధి వచ్చును. మనిషి విపరీతమయిన లావ గుట, ముఖ్యముగా ముఖము, మెడ, భ్రూ, పొట్ట మొదలగు భాగములందు క్రొవ్వు పదార్థము ఎక్కువగా నుండుట, రక్తపుపో: , మధుమేహము, లైంగిక మాంసగ్రంథులు చిన్నవి యగుట మొదలగునవి దీని లక్షణములు. ఎముకలు కూడా బలహీనమగును.

హార్మోనులు తక్కువగా స్రవించుట వలన వచ్చు వ్యాధులు :

1. డ్వార్ఫిజం లేక మధుగుష్టజనము (Dwarfism) : శరీరమునందు అవసరమైన పెరుగుదల ఉండదు. మానసిక పరిస్థితి మామూలుగా ఉండును.

2. ఇన్ ఫెంటిలిజమ్ (Infantilism) : ఈ జబ్బుగల వారికి వయస్సు పెరుగుచున్నను వారి శారీరక పరిస్థితి, మనస్థితి చిన్న పిల్లలవలె ఉండును.

3. సిమ్మండ్స్ వ్యాధి (Simmonds Disease) :- ఇది సాధారణముగా స్త్రీలకు ప్రసవానంతరము కలుగును. దీనివలన స్త్రీ వృద్ధురాలివలె అగుపడుట, బరువు తగ్గుట, ఆకలి లేకుండుట జన నేంద్రియముల క్షయము మున్నగునవి కన్పడును.

4. అతిమూత్రము (Diabetes Insipidus) :- అధిక మూత్ర విసర్జనము, అపారమైన దాహము ఈ వ్యాధి లక్షణములు. మూత్రము యొక్క విశిష్ట గురుత్వము తక్కువగా ఉండును.

5. ఫ్రోలిచ్ వ్యాధి (Frolich's Syndrome) : ఈ వ్యాధియందు పోషకగ్రంథి, తృతీయ జవనిక దెబ్బ తినును. దీనియందు మనిషి బాగుగా లావెక్కుట, మధుమేహము, జననేంద్రియ క్షయము, శరీర ఉష్ణోగ్రత యందు మార్పు జరుగుట మొదలగునవి సంభవించును.

II. గళ గ్రంథి (Thyroid gland) :

గళగ్రంథి మెడ ముందు భాగములో ఉండును. ఇందుండి స్రవించు హార్మోను పేరు గళతిగ్ని. ఇది శరీరము యొక్క అహార పరివర్తనమును మామూలు పరిస్థితిలో నుంచును. గళతిగ్ని అవసరమునకు మించి ఎక్కువగా స్రవించినను లేక తక్కువగా స్రవించినను వ్యాధులు సంభవించును. అందు ముఖ్యమైనవి :-



### 1. ఆతిగళగ్రంథిత (Thyrototoxicosis):-

ఈ వ్యాధి గళతిగ్ని అధికముగా స్రవించుట వలన కలుగును. ఈ వ్యాధి యిచ్చినచో నరాల బలహీనత, నాడివేగముగా కొట్టుకొనుట, బరువు తగ్గిపోవుట, ఆరిదేతులచే చెమట ఎక్కువగా పట్టుట, కనులు ముందుకు పొడుచుకొని వచ్చినట్లుండుట, ఆకలి ఎక్కువగా యుండుట మొదలగు లక్షణములు ఉండును. గళగ్రంథి పెరుగుట కూడా సంభవించును. ఈ వ్యాధి నివారణకు “నిమోయెర్కజాల్” మాత్రము వాడవలయును. గళగ్రంథి పెద్దదిగా ఉన్నచో మూడు వంతుల భాగమును శస్త్రచికిత్స ద్వారా తీసివేయుట మంచిది. లేనిచో గాఢ యెక్స్రే (Deep X - Ray) చికిత్స కూడా పొందవచ్చు.

### 2. శ్లేష్మస్పాయము (Myxoedema) :-

ఈ వ్యాధి గళతిగ్ని తక్కువగా స్రవించుటవలన వచ్చును. చలికి భరింపలేకపోవుట, చర్మము దళసరిగా నుండుట, వెంట్రుకలు (ముఖముగా కను బొమ్మల వెలుపలి భాగమందు) లాలిపోవుట శరీర ఉష్ణోగ్రత తక్కువగా నుండుట మొదలగు లక్షణములు ఉండును. థైరాక్సిన్ మాత్రము 0.1 నుండి 0.2 మి.గ్రా. రోజు వాడవలయును. ఈ వ్యాధికి చికిత్స జీవితాంతము జరుగుచు ఉండవలయును.

### 3. శామ్మిక బాల్యము (Cretinism) :

గర్భధారణ సమయమునందు గళతిగ్ని తక్కువగా స్రవించుటవలన ఈ వ్యాధి శిశువునకు వచ్చు అవకాశము కలదు. లేక గళగ్రంథి వృద్ధిచెందుట యందే కొంత లోపము ఉండి యుండవచ్చును. ఈ రోగమువలన శిశువులో పెరుగుదల సమముగా ఉండదు. నాలుకను ఎప్పుడూ జాపి ఉంచుట, చప్పిడి ముక్కు, పెద్దవిగానుండు పెదవులు, పొట్ట పెరుగుట, బొడ్డు వెలుపలికి చొచ్చుకొని వచ్చుట, మానసికస్థితి సరిగా లేకుండుట మొద

లగు లక్షణములు ఉండును. చికిత్స మొదటి నుండి యిచ్చినచో శారీరక స్థితిలో మార్పు త్వరగా వచ్చుటకు అవకాశము కలదు. మానసిక స్థితి యందు మార్పు వచ్చుట కొంచెము కష్టసాధ్యమైన విషయమే.

### III. ఉపగళ గ్రంథులు (Parathyroid Glands) :

ఉపగళ గ్రంథులు నాలుగు - రెండు కుడివైపు నను, రెండు ఎడమవైపునను - గళగ్రంథికి వెనుక భాగమందుండును. ఇందుండి స్రవించు ద్రవము పేరు పారాథార్మోను. ఇది మన శరీరమందలి భాస్వరము, కాల్షియం పరివర్తనమును కట్టుబాటు చేయును. ఒక్కొక్క పర్యాయము ఈ ఉపగళ గ్రంథులను, గళగ్రంథితో పాటు శస్త్రచికిత్సలో తీసివేయుట సంభవించును. దానివలన పారాథార్మోను తక్కువగుటయో, అసలు లేకపోవుటయో సంభవించును దీనివలన కాల్షియం రక్తములో ఉండవలసిన ప్రమాణములో లేకపోవుటచే “టెటానీ” (Tetany) అను వ్యాధి వచ్చును. ఇందు కాళ్ళు చేతులు కొంకర్లుపోవుట, నరముల ఉద్రేకత, ఊపిరి సమముగా అడకపోవుట, నోరు సమముగా తెవిలేకపోవుట జరుగును. రక్తంలో కాల్షియం 6. మి.గ్రా/ 100 మి.లీ కంటే తక్కువగా నుండును. కాల్షియం ఇంజెక్షన్ యిచ్చినచో ఈ వ్యాధి తీవ్రత తగ్గును.

### అతిలఘు గళగ్రంథిత (Hyper Parathyroidism) :

రక్తములో మామూలుగా కాల్షియం 9-11 మి.గ్రా/100 మి.లీ మరియు భాస్వరము 2.5-4.5 మి.గ్రా/ 100 మి.లీ పరిమాణములో ఉండును. ఈ వ్యాధి సుక్రమించినపుడు ఎముకలలోని సున్నము (కాల్షియం), భాస్వరము మూత్రము ద్వారా వెలుపలికి విసర్జింపబడును. దీనివలన

కాల్షియం 15 మి.గ్రా-20 మి.గ్రా/100 మి.లీ. మరియు భాస్వరము 2.5 మి.గ్రా 1/100 కంటే తక్కువగను రక్తములో ఉండును. ఈ వ్యాధి సంక్రమించిన వారికి కండరముల బలహీనత, అన్నయిష్టత లేకపోవుట, జలస్రావము, ఎముకలలో సున్నము తగ్గుటవలన అంగవైకల్యము వచ్చుటకు అవకాశమున్నది. పెద్దదైన లఘుగళ గ్రంథిని శస్త్రచికిత్స ద్వారా తీసివేయుటయే యందుకు జరగవలసిన చికిత్స. సాధారణముగా ఈ వ్యాధిలో మూత్రపిండములయందు, రాళ్లు (Stones) ఉండుట జరుగును. దీనివలన మూత్ర పిండములు దెబ్బ తినగల ప్రమాదము కలదు.

#### IV. వృక్కో పరి గ్రంథులు (Suprarenal glands) :

ఈ రెండు గ్రంథులు మూత్రపిండములపై కొనయుండు, కుడిపైపు ఒకటి, ఎడమపైపు ఒకటి యుండును. ఒక్కొక్క గ్రంథిని రెండు భాగములుగా భజించ వచ్చును.

##### 1. మధ్యభాగము (Medulla)

##### 2. బాహ్యముగా నుండుభాగము (Cortex)

మధ్యభాగము నుండి స్రవించు హార్మోన్లు :-

ఎడ్రినలిన్, నార్ ఎడ్రినలిన్ హార్మోనులు ఇందుండి స్రవించును. వీటికి రక్తపు పోటు మీదను, ఊపిరి గొట్టముల మీదను ప్రభావము కలదు.

కార్టెక్స్ నుండి స్రవించు హార్మోనులు :-

1. గ్లూకోర్టికాయిడ్స్ :- ఇందు కార్టిసాల్, కార్టిసోను చేరియున్నవి. ఇవి పిండి పదార్థముల మెటాబోలిజంను కట్టుబాటు చేయును.

2. మినరలో కార్టికాయిడ్ :- ఆల్టోసిరోన్ మరియు డిసాక్సి కార్టికోస్టిరోన్ - ఇవి రెండును

ఈ లెక్కకు వచ్చును. ఇవి శరీరములోని సోడియం మరియు పొటాసియంలను కట్టుబాటులో ఉంచును.

3. సెక్స్ హార్మోన్స్ :- ఈ కోపకు చెందిన ఆండ్రోజన్, ఈస్ట్రోజన్ మరియు ప్రొజెస్టిన్-అను మూడును జననేంద్రియముల మీద పని చేయును.

ఎడ్రిసన్స్ వ్యాధి (Addison's disease) :- ఎడ్రిసల్ కార్టెక్సు ఏదైన వ్యాధివలన దెబ్బతినుట వలననో లేదా దానిని శస్త్రచికిత్స ద్వారా తీసివేయుట వలననో ఈ వ్యాధి సంభవించును. ఇందు వలన హార్మోనులు లోపించుటచే కండరముల బలహీనత, అన్నయిష్టత లేక పోవుట, ఎరోచనములగుట, రక్తపుపోటు తగ్గుట, చర్మము, పెదిమలు, మ్యూకస్ మెంబ్రేన్ (Mucous membrane) నల్లబడుట మొదలగు లక్షణములుండును. శరీరములో ఉప్పు తక్కువగుటవలన ఈ విధముగా జరుగును. కార్టిసోన్ 25-50. మి.గ్రా రోజూ యివ్వవలయును.

ఎడ్రినో జెనిటల్ సిండ్రోమ్ (Adrenogenital Syndrome):- ఈ వ్యాధి స్త్రీలకు వచ్చును. ఆండ్రోజన్లు ఎక్కువగా ఉండుట వలన స్త్రీలలో పురుష లక్షణములు కన్పించును.

కషింగ్ సిండ్రోమ్ (Cushing Syndrome): కార్టికోస్టిరాయిడ్స్ ఎక్కువగా యిచ్చినను, లేక వృక్కోపరి గ్రంథులలో గడ్డలు లేచుటవలనను ఈ వ్యాధి వచ్చును. స్త్రీలు విపరీతముగా లావెక్కుట, మధుమేహము, రక్తపుపోటు, ఎముకలు బలహీనమగుట జరుగును. వృక్కోపరి గ్రంథులలోనున్న గడ్డలను తీసివేసినచో ఈ వ్యాధి తక్కువగును.

ఆల్టోస్టిరోనిజమ్ (Aldosteronism) : వృక్కోపరి గ్రంథులలో గడ్డలు లేచుటవలన ఈ వ్యాధి వచ్చును. ఇందు బలహీనత, అతిమూత్ర వ్యాధి అతిగా దాహము వేయుట ఉండును.

**స్త్రీ శ్రవణ సంక్రమణ :-** పృక్కోపరి గ్రంథులలో కార్టక్స్ నందు వచ్చు గడ్డలు మగవారి యందున్నచో వారికి స్త్రీ లక్షణములు సంక్రమించును. స్తనములు పెద్దవగుట, స్తనముల నుండి షీరము స్రవించుట, లైంగిక శక్తి తగ్గి పోవుట మొదలగునవి ఉండును. ఇస్ట్రోజన్ అధిక ప్రమాణములో ఉండుటచే ఈ విధముగా జరుగును.

**ఫీయోక్రోమోసైటోమా (Pheochromocytoma) :** ఎడ్రినల్ మెడుల్లాలో గడ్డ ఉండుట వలన ఈ రోగము సంభవించును. రక్తపు పోటు ఉండును. కాని అది రోజూ ఉండదు; లేక రోజులో కొద్ది గంటల సేపు మాత్రమే ఉండి మరల తగ్గి పోవును. క్రమేపి రక్తపుపోటు శాశ్వతముగా నిలిచియుండును. ఎడ్రినల్ మెడుల్లాలోని గడ్డను తీసివేసిన ఈ వ్యాధి తగ్గిపోవును.

## V. లైంగిక మాంసగ్రంథులు (Sex Glands) :

అండకోశము, వృషణములు, క్రమముగ స్త్రీలలో కానిపురుషులలోకాని, ఏర్పడక పోవుటను "హైపోగోనాడిజమ్" (Hypogonadism) అనెదరు. ఇందు జననేంద్రియముల పెరుగుదల సమముగా నుండదు. మగవారికి టెస్టోస్టిరోన్ అను ఔషధమును, ఆడువారికి ఈస్ట్రోడయోల్ అను ఔషధమును ఉపయోగించెదరు.

**బహిష్టు ఉడుగుట :-** ఇది సాధారణముగా 40-45 సంవత్సరముల వయస్సు గల స్త్రీలకు వచ్చును. శరీరమంతయు వేడిగా యగుట, అధిక

రక్తస్రావము, గుండెడడ, నరముల బలహీనత, మొదలగునవి యుండును. అటు పిదప రక్త స్రావము తగ్గిపోవును.

**బుట్రక్రమతను హార్మోనుల వలన తట్టుబాటు చేయుట :-** స్త్రీ బహిష్టు అయిన మొదటి రోజునుండి 14 వ రోజువరకు ఈస్ట్రోడయోల్ అనబడు హార్మోనును, అటు పిదప 14-28 వ తేది వరకు ప్రొజెస్టిరోన్ అనబడు హార్మోనును గర్భకోశము మీద తమ ప్రభావమును చూపించును. గర్భధారణ జరిగిన ఎడల ప్రొజెస్టిరోన్ ప్రభావము శిశుజననము వరకూ అటులే యుండును. గర్భధారణ జరగని యెడల 28 లేక 29 వ రోజున స్త్రీ బహిష్టు అగును. అందువలన బహిష్టు కానివారికి ఈ హార్మోనులను ఇచ్చినచో బహిష్టు అగుదురు.

**మగవారిలో వుం స్వలోపము :-** బీజములు సక్రమముగా అభివృద్ధిచెందక పోవుటవలన ఈ లోపము కలుగును. టెస్టోసిరోను అను ఔషధము వలన ఈ లోపమును సవరింప వచ్చును. యుక్త వయస్సుకు ముందుగానే లైంగిక పరిపూర్ణత ఏర్పడుటకు కారణములు బీజాశయ సంబంధమైనవి, పోషకగ్రంథి సంబంధమైనవి, లేక ఎడ్రినల్ కు సంబంధించినవి కావచ్చును. వీటికి శస్త్రచికిత్స ద్వారా గాని, ఔషధముల మూలమున గాని, చికిత్స జరిగినచో పై లోపములు ఉండుటకు అవకాశమండదు.

**మూలం :** డా॥ జి. ఇందిర.

**తెనుగున :** డా॥ రాంపల్లి రామచంద్రరావు.

# 146. హృత్కోశము (గుండెకాయ), రక్తవాహిన లు

(Heart and Blood vessels)

హృత్కోశమునకును, రక్తవాహినులకును సంబంధించిన అవ్యవస్థలను చక్కబరచగలుగు చికిత్సావిధానమునకు వైతాళికుడుగ భావింపదగిన వాడు డాక్టరు గ్రాన్. హృత్కోశమునకు సంబంధించిన 'ప్రణాళీవ్యాకోచము' (P.D.A) అనువ్యాధిలో తగురీతిగ తంతుబంధన (ligation) ప్రక్రియవలన వ్యాకోచమును తగ్గించుటను 1938లో తొలుతగ ఆతడు నిర్వహించుటతో, హృత్కోశ, రక్తవాహినుల జాడ్యముల విషయమున నిర్దిష్ట చికిత్సావిధానము రూపుగొన్నది. తరువాత అనతి కాలముననే బృహద్ధమనీ సమాపీడనము (Co-arc-tation of aorta) న, జాలబంధము (anasto-mosis) న్ను, బహిచ్ఛేదన (Excision) యు సాధ్యములైనవి. అనంతరమున, ఈనాడును వైద్యులు సాధారణముగా అనుసరించుచున్న బృహద్ధమనీ ప్రాతిపదిక జాలబంధనమును బహిచ్ఛేదన రీతిని బ్లాక్, క్రాఫర్డ్ అనువారలు రూపొందించిరి. ధమనులను చక్కగా పుగొని, వానికి ఆవసరము లగు చోట్ల చుట్టుపని (suturing) సాగించు సాంకేతిక ప్రక్రియను కారెల్, గర్త్రే అనువారలు కనుగొని అమెరికాలోనికి తెచ్చిరి. ఆ తరువాత ఈ చికిత్సా విధానమున వెరొక ప్రముఖ ప్రక్రియను డా. గ్రాన్ రూపొందించెను; అందువలన, సమాపీడన విషయమున సాగించిన బహిచ్ఛేదన సందర్భమున తటస్థించు తోటుపాటులను సరిదిద్దుటకై బృహద్ధమనీ సమోపరోపణ (Aortic-homograft) సాధ్యమైనది. తరువాత 1947లో బ్లెక్ మోర్, కూలీ, డెబాకే అనువారలు వాహిన్య జాలబంధము (vascular anastomosis) విషయమున - అందును

ముఖ్యముగ బృహద్ధమనీ జాలబంధము విషయమున-శస్త్రచికిత్స సాగించుటకు పనికివచ్చు మేల్తైన పరికరములను రూపొందించిరి. అంతట తదాదిగ పలువురు అంతటంతట సాగించిన నిర్దిష్ట కృషికి ఫలితముగా పరికరములందును సాంకేతికత యందును అత్యంతాభివృద్ధి సాధ్యమైనది; అంతే కాదు, బృహద్ధమనీకి నిరూపణ (occlusion) ప్రక్రియను లేదా బహిచ్ఛేదనను సాగించునపుడు రక్త పసరణను హృదయపుప్పున ఉపమార్గము (Cardiopulmonary bypass) ద్వారా నిర్మి రోధకముగ సాగింపగలుగుటకు లగిన పద్ధతులను, సంయుక్త బృహద్ధమనీకా (Prosthetic aortic) వస్తు-శేషములును సైతము రూపుగొన్నవి. ఈ యన్నింటివలన ఈనాడు నిపుణత కలిగిన శస్త్ర చికిత్సకుడు బృహద్ధమనీ యందలి ఏ భాగపు అవ్యవస్థత నైనను చక్కజేయగల పరిస్థితి ఏర్పడినది.

శస్త్రచికిత్సకు వీలుపడు సాధారణపు వాహిన్య రోగములు నాలుగు తీరులవి కలవు. అవి: 1. శ్వాస నాళ (trachea) నిగళ (oesophagus) ముల చుట్టును జన్మతః ఏర్పడి బిగిసియుండు వాహిన్య బంధము (vascular ring); 2. ప్రణాళీ వ్యాకోచము; 3. బృహద్ధమనీ సమాపీడనము; 4. బృహద్ధమనీ ఉత్సార్పము (Aneurysm of aorta).

1. కష్ట నిగిరణము (Dysphagia Lusoria) :

శ్వాసనాళ, నిగళముల చుట్టును ఏర్పడిన వాహిన్యబంధమునకే కష్టనిగిరణము అనునది

సాంకేతికనామము. ఈ అవ్యవస్థత ఏర్పడినపుడు, ఆహారమును మ్రింగుట కష్టదాయకముగ ఉండును. ఆసహజరీతిలో రూపుగొన్న ఒక ధమని, నిగళమున నొక్కుటవలన ఈ బాధ ఏర్పడును. దక్షిణ ఉపాక్షక ధమని సహజరీతిలో రూపుగొనక, బృహద్ధమని యొక్క వక్రీక (arch) నుండి బయలుదేరి, తన గమ్యమును చేరుటకై నిగళనాళపు ముందుండియో, వెనుకనుండియో పయనించుటవలన ఇది కలుగవచ్చును. లేదా బృహద్ధమనియే జంటవక్రీక (Double arch) గా రూపొందగా అందు నిగళ, శ్వాసనాళములు ఇరుకుకొనిపోవుటయు ఇందులకు కారణము కావచ్చును. ఇట్టి ఆసహజవాహిని ద్వారా కలుగు ఒత్తిడివలన కష్టనిగరణము కల్గును బృహద్ధమనీ ఘాటరజ్జుత (Ligamentum arteriosum) యందు, ఈ పీడనము విపరీతముగా ఉండును. బృహద్ధమనీ వక్రీకా ద్వయ విషయమునను, లేదా వక్రీక సరిగానున్నన అస్థిరజ్జువు (Ligamentum) వలన అది నిబద్ధితమై పుడును ఈ పీడనము ఎంతయో బాధాకరమగును. జేరియమును లోనికిచ్చి పరీక్షించినచో, అసహజ వాహినివలన నిగళనాళము వెనుకన నొక్కబడియుండుట కననగును.

చికిత్స :- చుట్టునున్న వాహినీ బంధమును విభజించుట, లేదా ఆసహజ వాహినిని స్థానభ్రంశము చేయుట వలన, శ్వాసనాళమును నిగళనాళమును విస్తృతావకాశమును ఆర్జింపగలుగుటయు, నిరోధము తొలగి రోగికి బాధతగ్గుటయు కలుగును. ఇందులకై ముందుగా ఎడమ ఛాతీపైని ద్వీదళిక (Thymus) ను తొలగించి, తగురీతిగా వెలివరచినపుడు, అనువగు భాగమును నిర్ణయించుటకు వసతి ఏర్పడును.

## 2 ప్రణాళి వ్యాకోచము (P.D.A) :

హృత్కోశమునకు సంబంధించిన ప్రణాళి

(Ductus) విపరీతరీతిలో వివృతి చెందుట ఇందు ఏర్పడును. ఇది అతిసాధారణముగ కన్పట్టు జాడ్య విశేషము. ఈ అవ్యవస్థత తానే ఏకాకిగ రూపుగొనవచ్చును; లేదా ఏదైన సంక్లిష్ట అవ్యవస్థతలో భాగముగ సైతము ఏర్పడవచ్చును. ప్రణాళి సక్రమరీతిలో పనిచేయునప్పటి యాంతికతను గురించిగాని, అతి వివృతి చెందుటకు గల కారణములను గురించిగాని నిర్దిష్టముగ ఇప్పటికి ఏమియు తెలియరాకున్నది. ఎడమ పుష్పస ధమనిని, బృహద్ధమనితో - ఎడమ ఉపాక్షక ధమనియొక్క మూలమునకు గరిష్ఠ దూరము (distal) న-కలుపునదియే ఈ ప్రణాళి. బృహద్ధమని యందలి ఒత్తిడిశక్తి, ఎడమ ఉపాక్షక ధమనిలోని ఒత్తిడిశక్తికన్న చాల ఎక్కువ. అందువలన, ప్రణాళి వివృతమై వ్యాకోచత చెందిన పరిస్థితిలో, నిమిషమునకు 20 లీటర్ల రక్తము, అట్టి వివృత ప్రణాళిద్వారా ప్రవహించగలదు. హృత్కోశము తయారుచేయుటకు రక్తప్రమాణమునకు ఇట్టిది 2 నుండి 4 రెట్లువరకు మించియుండును. ఇక హృన్మండలిక (Systemic) పక్షమున, హృత్కుంచనపు (Systolic) ఒత్తిడి అంతకంతకు పెరుగుచుండగా, హృత్స్పోపు (diastolic) ఒత్తిడి క్షీణతను పొందుచుండును; తత్ఫలితముగ నాడి క్రంగుదలను పొందుట తటస్థించును; ఊపిరి తిత్తిలోని రక్తపరిణామము గణనీయరీతిలో పెంపుదలను ఆర్జించును. అంతట పుష్పస వాహినులు అభిస్తరణ (dilation) చెందగా, వాని స్పందనములు (Pulsations) ఎక్కువగును. ఊపిరి తిత్తుల ద్వారాను, హృదయపు వామపార్శ్వపు ద్వారాను జరిగెడు రక్తప్రసరణము ఎక్కువగుట వలన వామ హృద్యేశ్వపు (left ventricular) అధివృద్ధి (hypertrophy) సంఘటిల్లును. వాహిక (Duct) యొక్క వ్యాసము కొన్ని మిల్లిమీటరుల నుండి చాదాపు 1.2 సె. మీ. వరకు పెరుగుటయు, పొడవునకూడా అనిశ్చితత ఏర్పడుటయు సంభ

విచును. రెండవ మూడవ ఎడమ రొమ్మముకల మధ్యనున్న అపకాశముచేర్చ స్రష్టముగ విననగు మర్మర ధ్వనులవలనను, పట్టి చూచినపుడు వేద్య మగు హెచ్చుతగ్గుల నాడి (water hammer pulse) వలనను, ఛాతీని యక్స్పరే చేయుటవలనను ఈ ప్రణాళి వ్యాకోచరోగమును నిర్ధారించవీలు పడును. అపమార్గపు (Atypical) ఇట్టి జాడ్యముల విషయమున, హృన్నాళికా ప్రయోగము (Cardio - catheterisation) వలన రోగ నిర్ధారణను చేయుదురు. ఇట్టి రోగుల సంఖ్యలో దాదాపుగ మూడవవంతు వారలు సాధారణంగా గుండె ఆగిపోవుటవలన మరణింతురు. ఆగిపోవుటకు ముందుగ అట్టి వారిలో హృదయ వ్యాకోచ నము కననగును. సూక్ష్మజీవులవలన సంభవించు గుండెవాపు (Endocarditis) తరచుగ సంభవి చుటయు, అట్టి దానివలన రోగులలో మూడవ వంతు ముంది మరణించుటయు ఇదివరలో ఉండెడిది; కాని, నేటి రాసాయనిక చికిత్సవలన, ఇట్టి సందర్భముల పెక్కిందిని అదుపులో నిలుపుట సాధ్యమగుచున్నది. అయినను ఇట్టి చికిత్స వలన స్వస్థత లభించిన వారిలో పలువురు మరల రోగగ్రస్తులగుట తరచుగ కననగుచున్నది. ఈ విధంగా జబ్బు మరల రాకుండుటకై వాహికనే తంతుబద్ధము చేయుట సముచితము.

**చికిత్స :-** ఈ రోగమునకు చికిత్స చేయుటలో శస్త్రచికిత్స చాల వలప్రదము. ఆ చికిత్స జరిగిన వారిలో 2% కన్న తక్కువ వారు మాత్రమే చని పోవుచున్నట్లు తెలియవచ్చుచున్నది. ప్రణాళి వ్యాకోచమున అన్ని సందర్భములందు ప్రణాళిని తంతుబద్ధము చేయుటయే ముఖ్యముగ ఆవలంబించదగు పద్ధతి.

**3. బృహద్ధమనీ సమాపీడనము :**

బృహద్ధమనీ యందు ఏదైన ఒక భాగము, సహజముగ ఉండవలసిన తీరులో ఉండక సన్నబడి

యుండుట ఇందు కననగును. ఈ సంకోచనము (Stenosis), బృహద్ధమనీ యందు ఎటనైనను జరుగవచ్చును. కాని అధికసంఖ్యాక రోగులందు వామ ఉపాక్షక ధమనీ యొక్క మూలమునకు ఆవల, సమీపముననే, ప్రణాళికి ఆతి స్నిహిత రీతిలో ఈ సంకోచనము కాననగును. ఇట్టి అవ్యవస్థత రెండుతీరులుగా కన్పడవచ్చును: ఒక సందర్భమున శ్వాసనాళికా ధమనీ, పెద్ద ప్రణాళితో సంబంధము కలిగియుండుటగానో, హృత్కోశ సంబంధములగు ఇతర అవ్యవస్థలలో - అనగా మహావాహినుల స్థితివ్యత్యయత (Transposition) వంటి వానిలో - అంతర్భాగముగ ఉండుటగానో కన్పడవచ్చును. ఇట్టి సందర్భములలో సమాపీడన ఫలితముగ ఎడమ హృద్వేశ్యము నుండి తలకును భుజములకును సాగెడిర క్తప్రవాహమును, శ్వాసనాళికా ధమనీ నుండియు, కడి హృద్వేశ్యము నుండియు, ప్రణాళిద్వారా బృహద్ధమనీనుండి హృల్లా.గూలికా (Caudal) భాగమునకు సాగెడు ప్రవాహమునుండి వేరుచేయుట జరుగును. దీనిఫలితంగా సమాపీడనము నిడివి సాగుటయు, సరియగుతీరున దానిని చక్కజేయనియెడల హృత్కోశము పనిచేయలేకపోయి మరణము సంభవించుటయు జరుగు ఆవశ్యము కలదు. ఇక రెండవ సందర్భమున ప్రణాళికి గరిష్ఠ దూరమున స్థానసీమితము (localised) అయిన ఒక ఉప సంకోచనము (constriction) ఏర్పడుటయు తత్ఫలితముగ రక్తప్రసరణ మార్గమున కలుగు వ్యత్యయములవలన హృత్కోశపు అభిస్తరణ (dilatation) సంభవించుటయు జరుగును. ఈ ఉపసంకోచపు ఎగువన అత్యాతతి (hyper tension) ని, దిగువన ఉపాతతి (hypo tension)ని గమనించి, ఈ రోగమును నిర్ధారించవచ్చును. గ్రౌవేరు (carotid) ఉపాక్షక ధమనులయందు నిర్దిష్టరీతిలో స్పందనములును, ఎడమ హృద్వేశ్యమున పరివృద్ధియు, పరిహృచ్ఛదము (Pericar-

dium) పైనను, ఉరముపైనను గమనించినపుడు హృత్కోశచిత్తా మర్మరధ్వనులు విననగుటయు ఈ జాడ్యపు ప్రమాఖ లక్షణములు.

చికిత్స : బహిచ్ఛేదన ప్రక్రియను అవలంబించి పైనండి తుది వరకు జాలబంధమును జతపరచి, హృత్కోశసమాపీడనమును క్రాఫర్డున్న గ్రాస్ పండితుడున్న చక్కజేసిరి. ఉపరోప ప్రక్రియ వలన చక్కజేసిన వానిలో 10 శాతపు రోగులు మాత్రమే మరణించుట కనవచ్చినది. ఉపరోపము నకు డెరిలీన్ వంటి కృత్రిమవస్త్ర ఖండముచుగాని, శ్యాన శోషిత (Freezedried) బృహద్ధమనికా సమె పరోపమును గాని వాడెదరు.

#### 4. బృహద్ధమనీ ఉత్సార్కములు :

వక్రికనుండి బయలు వెడలు మహావాహినులకును అంతరురజ కుహరక (Intra thoracic) బృహద్ధ మనీకిని చెందిన ఉత్సార్కములు, రోగనిర్ధారణ విషయమున పలుతీరుల సమన్వయము చేకూర్చుచు నవిగా ఉన్నవి. సహమేహము, సూక్ష్మజీవికా సంక్రమణ, జన్మసిద్ధ అసహజ లక్షణములు, కోష్ఠ అభిమధ్యక శిలీకమృతి (Cystic medial necrosis), ఉపహత (Trauma), బృహద్ధమనికా జారత్యము (arterio sclerosis) - అనువానిలో ఏదియైనను ఇట్టి ఉత్సార్కమునకు మూలకారణములు కావచ్చును. ఇందులకై బహిచ్ఛేదన చికిత్సా ప్రక్రియ 1952లో మొదలైనది. అదివరలో వ్యాప్తి యందుండిన చికిత్సా పద్ధతులకన్న ఇది చాల మేలైనది. సహమేహము వలన పరిధమనికా దాహము (Periarthritis)ను బృహద్ధమనికకు చెందిన ధమనికల వాపున్న కలుగును; ఇందు వలన మాధ్యమికముల విశాళము సంభవించి, తద్వారా అభిస్తరణమును, అందువలన న్యూనాకారక రీతి (Saccular type) కి చెందిన ఉత్సార్కమును ఏర్పడును. మొదట సహమేహపు

ప్రాథమిక ప్రవికారము (lesion) పొడచూపిన తరువాత 10 మొదలు 20 సంవత్సరాలలోపల, ఇట్టి ఉత్సార్కములు, పెక్కు సందర్భములందు బయలుదేరుట కననగుచున్నది. గుండెవాపు జబ్బులో అనుషంగికముగ వచ్చేడు సూక్ష్మక్రిమి సంక్రమణవలన సూత్రిభాజనిక (Mitotic) చుగు ఉత్సార్కము బయలుదేరవచ్చును; ఇది సాధారణముగ న్యూనాకారకరీతిదే అయియుండును ఇక కోష్ఠ అభిమధ్యక శిలీకమృతి అనునది వైద్య విషయకముగ ఒక ప్రత్యేక ప్రతిపత్తి కలది; ఇది యువకులలో ఎక్కువగా కన్పడును; ఈ కారణమున వచ్చేడు ఉత్సార్కము ఆరోహి (ascending) బృహద్ధమనియందు రూపొందును. శిలీకమృతి కలిగినపుడు, ప్రత్యస్తస్తరకపు కండరములందలి శిలీకములు (cells) నశించగా కోష్ఠావకాశములు (Cystic spaces) తరచుగ ఏర్పడి అందు శ్లేష్మ పదార్థము నిండుగ చేరును. తత్ఫలితముగ రూపొందేడు ఉత్సార్కము తర్కురూపి (fusiform) రీతికి చెందినది. జన్మసిద్ధములగు ఉత్సార్కములు సాధారణముగా బృహద్ధమనికా అంతర్గత (Isthmus) ప్రదేశమున, తరచుగ ఇతర విధములగు జన్మసిద్ధపు లోపములతో, - అనగా బృహద్ధమనీ సమాపీడనము మొదలవారితో పాటుగ- చేరియుండును. జతుకి విజ్ఞాన (histology) రీత్యా దీని రూపచిత్రము తరచుగ కోష్ఠ అభిమధ్యకశిలీకమృతిని పోలియే యుండును. ఉపహతకు చెందిన ఉత్సార్కములు, ప్రసరణపు వేగన్యూనత (deceleration) వలన కలుగునవి; ఇట్టివాని వలన చిద్రములు (Tears) రెండుచోట్ల - అందొకటి బృహద్ధమని మూలము వద్దను, రెండవది ఎడమ ఉపాక్షకపు గర్భిష్ట దూరప్రాంతమునను - ఏర్పడు అవకాశము కలదు. ఉపహత జన్యములగు ఉత్సార్కములవలన తరచుగా కుహనా (false) ఉత్సార్కములును రూపొందవచ్చును.

అరుదుగా భవనికా జారత్యమువలన కూడ బృహద్భవనికా ఉత్సార్పరకము బయలుదేరవచ్చును; ఇట్టిది ఆ ఉరఃకహరమున దిగువ భాగమున ఏర్పడును; అది తర్కురూపికా రీతికి చెందియుండును.

**రోగనిర్ధారణ :** శ్వాసారోధపు విషయమై రోగియొక్క గతచరిత్రను ఆధారముగగొని ఉరఃకహరమునందలి స్పందనలు, శ్వాసనాళపు కర్షణ (rue) మొదలగు వానిని సునిశితముగ అనుశీలన చేయుటవలన ఈ రోగమును నిర్ధారణ చేయవచ్చును. త్వరితగతిలో రోగనిర్ధారణ చేయుటకు రేడియం విజ్ఞానము సహకరించుచున్నది. ఆ పద్ధతిన రూపొందు చిత్రమున బృహద్భవనికా సూచకమగు ఛాయకు తగిలియుండు ఒక ద్రవ్యరాశి కనవచ్చును. ఇటుల జరిపిన నిర్ణయమును ద్రువీకరించుటకును, ఉత్సార్పరపు విస్తృతిని సరిగ్ గుర్తించుటకును, నెత్తుజిగడ్డ (Clot) ఉనికి నిర్ధారించుటకును, నన్ని పాత ఆవయవ రచనలకు ఇందుగల ప్రసక్తిని, లేదా వాని స్థానభ్రంశము తెలిసికొనుటకును వాహినీ హృత్స్పంద లేఖనము (angiocardiography)ను గాని, నేరుగ బృహద్భవనికా లేఖనము (aortography) ను గాని వినియోగించుకొనవచ్చును.

**చికిత్స :** ఉత్సార్పరమును శస్త్రప్రక్రియ వలన బహిష్కేదనచేసి తీసివేయుటయే అత్యంత సత్ఫలదాయకమగు పద్ధతి. ఆ ఉత్సార్పరము న్యూనాకారక రీతిదైనపుడు దానిని అనుస్పర్శియ అంతశ్చేదన (tangential incision)చేయుటతోనే సరిపెద్ద వచ్చును. అటులగాక ఆ ఉత్సార్పరము తర్కురూపికా రీతిదైనపుడు దానిని బహిష్కేదన చేయుటయేగాక, హృత్పుంపునక ఉపమార్గమును ఏర్పరచి, ప్రతిస్థాపనము (Replacement) చేయుట ఆవశ్యకము.

**పరిహృచ్ఛదపు వ్యాధులు :**

పరిహృచ్ఛదము (Pericardium)కు ప్రాపించే సాధారణపు జబ్బులు రెండు కలవు. అవి : 1. పురాణ పరిహృత్ ఉత్స్యందము (Chronic pericardial effusion) : 2. పురాణ సంరద్ధక పరిహృత్దాహము (Chronic constrictive pericarditis).

**1. పురాణ పరిహృత్ ఉత్స్యందము :** ఈ రోగముకలవాని చాతీకి యుక్స్-రే ఫొటో తీసిన పుడు హృత్కోశపు నీడ చాలపెద్దదిగ ఉండును; గుండెధ్వనులు ఉండును; మర్మరధ్వనులు ఉండవు; గుండెధ్వనుల గతిసాంద్రత మార్పొందుచుండును. వైరసులకు సంబంధించిన వ్యాధులును, కండరము లలోని (సుద్ద కొల్లేజన్)కు సంబంధించిన వ్యాధులును, స్వయం ప్రతికారితా ప్రతిక్రియలు (auto-immune reactions) ను, కొన్ని ఔషధముల సేవనమువలన సంఘటిల్లెడు ప్రతిక్రియలును పరిహృత్ ఉత్స్యందమునకు కారణభూతములు కావచ్చును. పరిహృత్తీవధమున నిశితరంద్రమును ఏర్పరచి, ద్రవమును వెలుపలికి తెచ్చుటయను ప్రక్రియను అంతటంతట సాగించుటవలన రోగికి కొంత ఉపశాంతిని అంతటంతట కలిగింపవచ్చును. కాని పరిహృత్ గుహ (Pericardial sac) కును పరిపుష్పసావకాశమును (Pleural space) నకును మధ్య ఒక గవాక్షమును శస్త్రప్రయోగము ద్వారా ఏర్పరచి చికిత్సచేయుట వలన చుంచి ఫలితాలు లభింపగలవు. హృత్పరిచ్ఛద ఉచ్చేదన (Pericardectomy) వలన ఎక్కువ ప్రయోజనము చేకూరగలదని తెలియవచ్చుచున్నది.

**2. పురాణ సంరద్ధక పరిహృత్దాహము**

చాంకాలము లోలోన నెలిచి యుండిన ఒక విధపు పరిదాహక ప్రక్రియయొక్క చరమ ఘట్టమే ఈ జాడ్యము. ఆ పరిదాహక ప్రక్రియ



వలన పరిహృత్ఫదపు చుట్టును ఒక పీచువంటి పదార్థము చాల మందముగ రూపొందుటతో ఆ పరిహృత్ఫదమున రుద్ధత (Constriction) ఏర్పడుటయు, హృత్కోశమును ఆవరించి సున్నము వంటిది పేరుకొనుటయు సంభవించును. మందముగదేలి రుద్ధమైన పరిహృత్ఫదము గుండెకు అంటిపెట్టుకొనుటవలన హృత్కుంచన నిష్కాసము (Systolic ejection) పరిమితమగుట, హృత్ స్ఫారికా పూరణము (diastolic filling) సంతోచితమగుట సంభవించును. వీని ఫలితంగా సిరాని పీడనము (Venous pressure) పెరిగి, హృత్కోశపు రక్తపు దిగుబడి తగ్గుట జరుగును. ఈ రోగమును నిర్ధారించుటకు చాలవరకు బాహ్యభౌతిక లక్షణములే సరిపోవును. అవి : 1. కంఠము నందలి సిరలు పెల్లబ్బి యుండుట, 2. పుష్పస ఉత్స్యందము (Pleural effusion) ఉన్నటుల కన్పడుట, 3. కాలేయము అతివృద్ధిచెందుట 4. జలోదరము (Ascitis) 5. ఉబ్బుపాదాలు ((Oedema feet) ఇట్టి బాహ్య లక్షణములతో పాటుగ, హృత్కోశపు స్పందనను పరిశీలించినపుడు అందు ప్రశమితత్వమును, అగ్రికా స్పందనము (Apex beat) వేద్యము కాకుండుటయు కన్పట్టును. ఈ పరిక్షలవలన తెలియవచ్చు రోగ నిర్ధారణను ద్రువీకరించుటకు ఛాతీని ఎక్స్రే చేయుట, వైద్యుతిక హృల్లేఖ (E.C.G) పరికరాన్ని పనిగొనుట కూడ జరుగును.

చికిత్స : శస్త్ర చికిత్సకు పూనుకొనుటకు ముందుగా జలోదరాన్ని, హృత్విరతి (Cardiac failure)ని సరిచేయుటకై ఉప్పువాడుటను రోగి తగ్గించుకొనునటుల చేయుట, స్పందనాపక్రమత (arrhythmia)ను అదుపులోనుంచుట, సముచిత డిజిటల్ హృదుద్దీపీకరణ (digitalisation) సాగించుట జరుపవలెను. శ్చయ రోగ ఫలితంగా వచ్చినటుల కన్పట్టు పరిహృత్చదదాహ సందర్భమున,

శ్చయనిర్మూలకమగు చికిత్సారీతిని అవలంబించవలెను. వీనియన్నింటికన్నును పరిహృత్చదఉచ్చేదనను, మధ్యంగత ఉరోస్థిభేదన (Median sternotomy) ద్వారా నిర్వహించి చికిత్స చేయుటయే మేలైన పద్ధతి.

గుండె జబ్బులు (Diseases of Chest) :

హృత్కోశమున జన్మసిద్ధ అవ్యవస్థత :- 1000 మంది శిశువులలో రమారమి ఆరుగురు జన్మసిద్ధంగా హృత్కోశానికి చెందిన అసంగతత్వాల (abnormalities)ను కలిగియున్నటుల తెలియవచ్చుచున్నది. ఇట్టి అసంగతత్వాలలో కొన్ని క్లిష్టములు అతితీవ్రములు అగుటవలన, అట్టి స్థితిలో జన్మించిన బిడ్డ కొలది వారములను, లేదా కొలది నెలలను మించి జీవించుట సంభవము. ఒకవేళ అట్టి బిడ్డలు కొందరు బాల్యమున చావక బ్రతికియే యున్నను వారి జీవనకాలాశంస (Expectancy of life) చాల తక్కువగ ఉండగలదు. కావున ఇట్టి సందర్భములలో సాధ్యమైనంతవరకు శస్త్రచికిత్స ద్వారా ఆ అసంగతత్వాన్ని తొలగించి, ఆయుష్యార్థాన్ని పెంచుట సముచితము. ఈ అసంగతత్వములకు చెందిన ప్రవికారాల (lesions)ను రెండురీతులుగ విభజింపవచ్చును. అవి : 1. నీలికా (Cyanotic) వర్గపువి; 2. అనీలికా (Acyanotic) వర్గపువి. ఇందు తొలతటి వర్గపువాని యందు ఆష్టుజని అనువేదన (Oxygen saturation) తగ్గియుండును; రెండవ వానియందు ఆష్టుజని అనువేదన యథార్థిగ ఉండును.

ఫాలోట్ జాడ్యచతుష్టయము (Fallot's Tetralogy) : నీలికా వర్గపు అసంగతత్వాలలో నెల్ల ఆతిసాధారణముగ కననగునది ఈ జాడ్యచతుష్టయము. జన్మసిద్ధములగు హృత్కోశ జాడ్యములకు తొనగువారిలో 10% ఈ అసంగతత్వము వలన బాధితులగ కన్పట్టుచున్నారు. ఈ జాడ్యచతుష్టయ మనెడు దానిని గురించి తొలుత

వైద్యులలోకమునకు జ్ఞాతమొనర్చిన ఫాలాట్ పండితుడు ఇందలి నాలుగు అవ్యవస్థలను ఈ రీతిగ వింగడించెను : 1. పుష్పస సంకోచనము (Pulmonary stenosis); 2. బృహద్ధమనికా దక్షిణస్థితి (Dextra position of aorta); 3. గుహ పటి దోషము (Ventricular septal defect); 4. దక్షిణ గుహ అతిపుష్టత (Right ventricular hypertrophy). ఈ జాడ్యమునకు లోనైనవాడు సామాన్యముగ మరుగుజ్జుగ ఉండుటయేగాక, మానసికమున సైతము ఎదుగుదల లేకుండును; అంతేకాదు, చేతివ్రేళ్లు వికారముగ రూపుదేలియు నుండును. హృత్కోశము, సామాన్యపు రీతికన్న చాల తగ్గు ప్రమాణమున ఉండి కదలిక తక్కువగా నుండును; పుష్పస ప్రాంతమున పరిశీలించినపుడు హృత్కుంచన మర్మరధ్వనియు, స్పర్శావేపము (thrill)ను వేద్యములగును. ఈ రోగపు నిర్ధారణలో ఛాతీపై జరపు యక్స్-రే పరీక్షయు, తరస్కోపి (Fluoroscopy) పరీక్షయు సముచిత పాత్రను నిర్వహించుచున్నవి. అటులే బేరియం గ్రనన (Barium swallow) మును, వైద్యుతిక హృల్లేఫినియు కూడ ఈ జాడ్య చతుష్టయ నిర్ధారణకు సాయపడుచున్నవి.

చికిత్స : ఫాలాట్ జాడ్యచతుష్టయమును శస్త్రచికిత్స ద్వారా కుదుర్చుటలో మూడు రీతులు అమలున ఉన్నవి : 1. జాలబంధ ప్రక్రియలు; 2. పుష్పస కవాటముపైనను, నివాపము (Inferdi-bulum) పైనను, ఋజు సంవృత శస్త్రప్రయోగములు; 3. వివృత శోధక శస్త్రప్రయోగములు. పసిబిడ్డల విషయమునను, తీవ్రతమ జాడ్యముల సందర్భమునను వైవానిలో మూడవరీతికి చెందిన శస్త్రచికిత్స తరచుగ ప్రమాదజనకము; అందువలన అట్టి సందర్భములలో తొలుతటిరీతి వానినో, లేదా రెండవరీతి వానినో తొలుత సాగించి, అంతట ఒకటి లేదా రెండేండ్ల తరువాత మూడవరీతి చికిత్సను సాగించుట సముచితము.

జాలబంధ ప్రక్రియలు : బృహద్ధమనికిని పుష్పసధమనికిని మధ్యనో, లేదా బృహద్ధమనియందలి ఒక శాఖను పుష్పసధమనికిని మధ్యనో ఒక అపసయనము (shunt) ను ఏర్పాటుచేసి తద్వారా రక్తప్రవాహమును అధికతరము చేయుట ఈ ప్రక్రియల యందలి ముఖ్యలక్ష్యము. ఈ ప్రక్రియలలో బ్లాలోక్ అను ప్రసిద్ధ శస్త్రచికిత్సకుడు అనుసరించిన ఒక పద్ధతి చాలవరకు అనుసరణీయమైనది. ఇందు వామ ఉపాక్షియ ధమనికిని, వామ పుష్పసధమనికిని మధ్య జాలబంధమును ఏర్పరచుట జరుగును. దీనికన్న విభిన్నమైనది పాట్ అనెడు శస్త్రవైద్యుడు ఆవలంబించిన ఒక పద్ధతి. దీనియందు బృహద్ధమనికిని వామపుష్పసధమనికిని మధ్యగా ఒక ప్రక్కనుండి వేరొక ప్రక్కకు జాలబంధము ఏర్పరుపబడును. అయితే ఇట్టి జాలబంధక వివరము (opening) 4 మి.మీ.ను మించి ఉండగూడదు; ఆ ప్రమాణమును ఆ వివరము మించిన యెడల ధమనికా వ్యాకోచమును, తత్ఫలితముగ గుండె ఆగిపోవుటయు జరుగు ప్రమాదము ఏర్పడును. బ్లాలోక్ ప్రక్రియ అచరణ సాధ్యముకానట్టి పరిస్థితిలోను, పసిబిడ్డల విషయమునను ఈ పాట్ ప్రక్రియ అనుసరింపబడుచున్నది.

ఋజు సంవృత శస్త్రప్రయోగము (Direct closed operation) : ఈ శస్త్ర ప్రయోగరీతిని బ్లాక్ పండితుడు ప్రవేశపెట్టెను. గుహపరిసరపణ (Ventricular outflow) పథము నందును పుష్పస కవాటమునను ఏర్పడిన నిరోధమును నేరుగ తొలగించువేయుట ఈ శస్త్రచికిత్స యందలి లక్ష్యము. అయితే దీనిని సాగించిన తరువాత మూడవ రీతికి చెందిన సంపూర్ణ వివృత శస్త్రచికిత్స జరుపవలసి యుండునని బ్లాక్ పండితుడే అభిప్రాయపడెను.

సంపూర్ణ వివృత శోధక శస్త్రచికిత్స (Complete open corrective operation) : ఇది నేడు ఆచరణ సాధ్యముగ స్పష్టపడిన ఒక ప్రక్రియ. హృత్ పుంపునక ఉపమార్గమును ఏర్పరచి గానీ, గాఢ హిపోథర్మియా (hypothermia) ద్వారా గానీ దీనిని సాగింతురు. ఇది వరలో చెప్పబడినటుల కొన్ని ప్రత్యేక సందర్భములలో ఈ శస్త్రచికిత్సను తొలుత చేయకుండుట సముచితము. ఈ శస్త్ర చికిత్సకులోనైన వారిలో 20% మాత్రమే చనిపోవు చున్నారు. ఈ శస్త్రచికిత్సలో హృద్గుహాదోషము లను చక్కజేయుటయు, పుంపునక సంకోచము సరిచేయుటయు జరుగును.

హృత్కోశలయ గతిలో అ వ్య వ స్థ త లు (Disorders of cardiac rhythm) : హృదయ రోధము (Heart block) లేదా సంపూర్ణ ఆకిందా హృద్గుహా విలగ్నత (Complete atrioventricular dissociation) అనునది ఒకానొక జస్మ సిద్ధ హృత్కోశ ప్రవికారమువలనగానీ, ఊన రక్తక (Ischaemic) హృత్వ్యాధిలోని ఒక క్లిష్ట ఘటనవలనగానీ, పటిదోష (Septal defect) మును తొలగించుటకై సాగించిన ఒక శస్త్ర ప్రయోగపు ఫలితంగాగానీ సంఘటిల్ల వచ్చును. ఈ అన్ని

సందర్భములలోను ఆకింద ప్రణోదము (atrial impulse) హృద్గుహను చేరి దానిని స్పందింపజేయ లేకపోవుట జరుగును. గుహాస్పందన గతివేగము తగ్గుటవలన మరణము తటస్థింపవచ్చును.

చికిత్స : ఈ రోగుల చికిత్సలో బాహ్య ఆవశ్యక గతికారకము ( External demand pacemaker) ను వాడుట తప్పనిసరి. పురాణ వ్యాధుల విషయంలో ఉర్యోగవచ్చేదము (Thoracotomy) ను జరుపుటయేగాక హృద్బిత్తిపేళికా వైద్యుతిక (Myocardial electrode) గతికారక మును లోనుంచుట వాంఛనీయము. ఇట్టి కృత్రిమ గతికారకములు ఒక బేటరీతో దాదాపు 3 ఏండ్ల కాలము పనిచేయగలుగు రీతిలో నిర్మింపబడు చున్నవి; అయితే ఒక్కొక్కప్పుడు ఆలోపుననే ఎప్పుడైనా బేటరీ పనిచేయకపోవుటయు, అందు వలన వేరొక గతికారకమును లోనుంచవలసి వచ్చుటయు తటస్థింపవచ్చును.

ఆంగ్ల మూలము :

డా॥ సి. ఆర్. రాజగోపాలన్.

తెలుగు అనువాదము :

చీమకుర్తి శేషగిరిరావు.

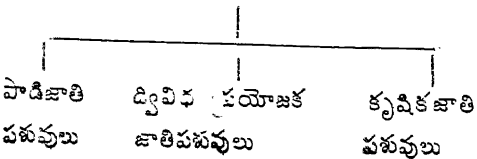
# IX

## పశు వైద్యము (Veterinary Science)

### 147. భారత దేశపు పశుజాతులు-వాని పోషణ

ఏ ఇతర దేశమునకన్న భారత దేశములోని పశువుల సంఖ్య ఎక్కువ. ప్రపంచములోని  $\frac{1}{3}$  వ వంతు పశుసంపద భారత దేశములోనే ఉన్నది. విభిన్న వాతావరణ పరిస్థితులు కలిగియున్న విశాల ఉపఖండము భారతదేశము. ఈ దేశములో 26 రకముల ప్రసిద్ధమైన తెల్లజాతి పశువులు, మరియు 8 రకముల గేదెజాతి పశువులుకలవు. ఏనాజ్యోతలేని నాసిరకపు పశువుల సంఖ్య అధికముగానున్నది. ఈ నాసిరకపు నాటుపశువులవల్ల వచ్చే దిగుబడియు, పాల ఉత్పత్తియు అతిస్పృహముగా నున్నవి. భారతదేశపు జాతి పశువులు ఇచ్చటి వాతావరణ పరిస్థితులకు అలవాడి, రోగములకు తట్టుకొనే శక్తి కలిగియున్నవి. మేలుజాతి పశువులు, భారత దేశములోని పంజాబు, యు.పి., రాజస్థాన్, మహా, రాష్ట్రములలోని కొన్ని ప్రాంతాలలోను తమిళనాడు, ఆంధ్రప్రదేశ్ రాష్ట్రాలలోను ఉన్నవి. సరియైన ఆహారము మరియు పోషక పదార్థాలను అవలంబించినచో ఈ దేశపు పశుజాతి యొక్క దిగుబడి సంపద వృద్ధి చేయవచ్చును.

ముఖ్యమైన పశువుల జాతులు



- (1) పాడిజాతి పశువులు :
1. సహివాల్
  2. సింధి
  3. గిరి
  4. దేలిని

- (2) ద్వివిధ ప్రయోజక జాతిపశువులు
1. హరియానా
  2. ఒంగోలు
  3. ధార్ పారికర్
  4. కాంక్రట్

- (3) కృషిక జాతిపశువులు
1. అమ్రత్ మహల్
  2. కంగాయమ్
  3. మాలివి
  4. సిరి
  5. హలికర్

1. పాడిజాతి పశువులు :- ఈ జాతి ఆవులు పాల ఉత్పత్తికి ప్రసిద్ధమైనవి కాని ఎద్దులు వ్యవసాయపు పనులకును, బండిలాగుటకును అంత నాణ్యమైనవి కావు. ఈ పశువుల శరీరము బాగా పెరిగి, లావుగా ఉండి పై చర్మము మృదువై వేలాడుచుండును. వాటి మెడక్రింది “గంగడోలు” చర్మము ముడుతలుపడి వేలాడియుండును. ఈ జాతి మగ పశువుల జననేంద్రియములు పెద్దవిగాయుండి బాదుగా వేలాడి యుండును. సాహివాల్, సింధి, మరియు గిర్ పశువులు ఈ జాతికి చెందినవి.

2. కృషిక జాతిపశువులు :- ఈ జాతి పశువులను ముఖ్యంగా వ్యవసాయపు పనులకు మరియు బండిలాగుటకు ఉపయోగించుటకై పెంచెదరు. ఎద్దులు బరువు మోయుటకు బండ్లు లాగుటకు ప్రశస్తమైనవి. కాని ఆవుల యొక్క పాలదిగుబడి అతిస్వల్పము.

ఎక్కువగా ఆవుపాలు తీయక, దూడ పోషణకై వదలుదురు. శరీరము బాగా ఎదిగియుండును. కాళ్లు పొడువుగా నుండి బలిష్ఠముగా నుండును. జననోద్రియపు చేరునంది చిన్నదియై బొడ్డునకు దగ్గరగా బిగిసి యుండును. ఒట్ట పై చర్మము శరీరమునకు అంటి బిగిసి యుండును. చెవులు చిన్నవిగా నుండి నిక్కియుండును. చురుకై నుండి వడివడిగా నడుచును. మెడ మరియు ముఖము పొడువుగా నుండి సన్నముగా నుండును.

అమృతమహల్, హాకికార్, మాలిస్, ఈ జాతికి చెందిన పశువులు.

3. ద్వివిధ ప్రయోజక జాతి పశువులు :- ఈ పశువులు పాడిజాతి మరియు కృషికజాతి పశువుల లక్షణములు కలిగి యుండును. పాల ఉత్పత్తి సాధారణంగా నుండును. ఎద్దులు బరువు లాగుటకును, వ్యవసాయమునకును బాగా ఉపయోగింపబడును. హరియానా, ఒంగోలు, కాంక్రజ్, ఈ జాతికి చెందిన ముఖ్యమైన పశువులు.

4. విదేశీయ జాతి పశువులు :- విదేశీయ జాతి పశువులు పాల ఉత్పత్తికి చాలా ప్రసిద్ధిగాంచినవి. ఇవి మన దేశీయ పాడిజాతి పశువులకన్న రెండు లేక మూడరెట్లు అధికముగా పాలు ఇచ్చును. విదేశీయ జాతి ఆబోతులను దిగుమతి చేసుకొని, దేశీయజాతి ఆవుల పాల ఉత్పత్తిని అధికము

చేయుటకై గత రెండు దశాబ్దముల నుండి బాగా కృషి జరుగుచున్నది. జెప్సి, హాలిస్టియన్, ఆర్ తైర్, బ్రాక్స్విస్, గ్రునీ, లాంటి విదేశీయజాతి పశువులు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. ఈ మధ్యనే జర్మన్ దేశమునకు చెందిన “ఫ్లెక్విచ్” అను పాడి జాతి ఆబోతులను మనదేశీయ ఆవుల పాల ఉత్పత్తి వృద్ధి చేయుటకొరకు ఉపయోగింపబడుచున్నది.

గేదెజాతి పశువులు :

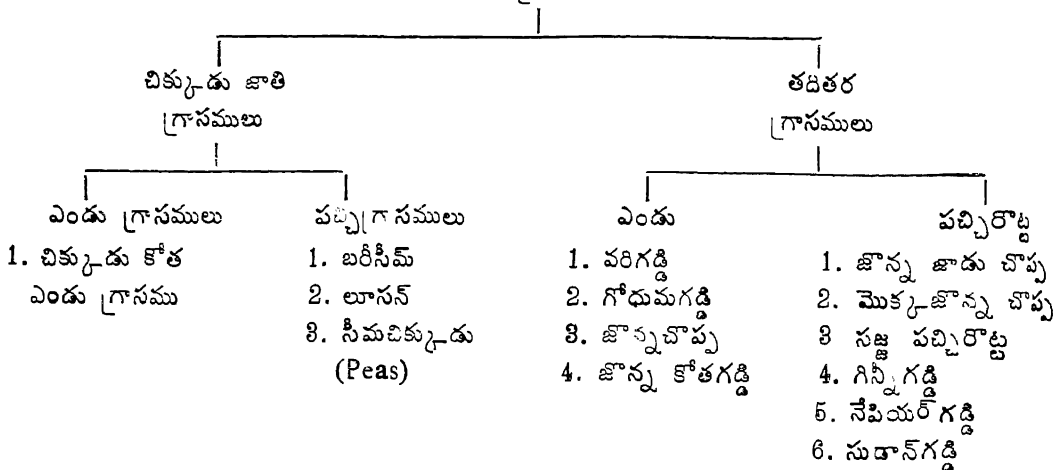
మన దేశములో పలుకకములైన గేదెలు పాల ఉత్పత్తికై ఉపయోగబడుచున్నవి. వీటిలో “ముట్టా” “జాఫిరాబాదీ” “నీలి” మరియు ఛాచ్ వారి మిక్కిలి ప్రసిద్ధమైనవి. ఇవి పంజాబ్, రాజస్థాన్, మరియు గుజరాత్ రాష్ట్రాలలో దొరుకును.

పశుపోషక ఆహారము వివిధ రకములైన పశువుల ఆహార పదార్థములు :

పశువుల పోషణకై ఉపయోగించు పదార్థములను, వాటినుండి లభ్యమగు సమగ్ర పదార్థములను, వాటిని లేక పశువుల దాణాలో వాడే ప్రతి పదార్థము నుండి లభ్యమగు “ప్రత్యేక పోషకము” ను బట్టి గాని రెండు విధములుగా విభజించవచ్చును: (1) పశు గ్రాసములు (2) దాణా.

1. పశుగ్రాసములు :- పశువులకు ఇచ్చు ఇట్టి ఆహార పదార్థములలో 18% వరకు “మిడి ఆహారము (Crude fibre) యుండును పశుగ్రాసములు ముఖ్యముగా రెండు విధములు-(1)చిక్కుడు (Leguminous) జాతికి చెందిన గ్రాసము (2) తదితర (Non - Leguminous) గ్రాసములు. ఈ రెండు రకములును పచ్చిరొట్టగాను లేక ఎండు గ్రాసముగాను లభ్యమగును.

## పశు గ్రాసములు



2. వశవుల దాణా :- దాణాలో ఉపయోగ పడు ఆహారపదార్థములలో “సమగ్ర పచనీయ పౌషికములు” (Total Digestible Nutrients) హెచ్చుకాతములో లభ్యమగును. వీటిలో ముడినార (Coarse fibre) తక్కువగా నుండుట వలన ఈ పదార్థములు సుకువుగా జీర్ణమగును. వీటిలో పచనీయ పౌషికములు హెచ్చు మోతాదులో లభ్యమగును.

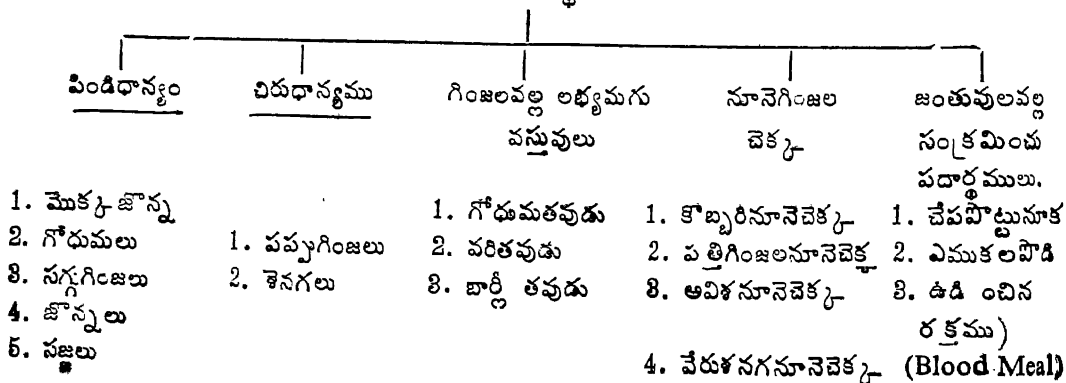
పిండి పదార్థముల గింజలు :- ఉదాహరణకు మొక్కజొన్న, జొన్న, సజ్జ, పప్పుజాతి గింజలు, మరియు వాటి నుండి దిగుబడి అయ్యే చిట్టు, నూనె గింజలు నుండి లభ్యమగు తెలకపిండి, జంతువుల

నుండి సంక్రమించే పదార్థములు మరియు బెల్లము లేక పండ్లదారమడ్డి ఇత్యాది పదార్థ విశేషములను పశువుల దాణాగా ఉపయోగించవచ్చును.

దాణాగా వినియోగించబడు పదార్థములను ఈ విధముగా విభజించవచ్చును :-

- (a) పిండి పదార్థముల గింజలు (ధాన్యం గింజలు) రాగి లేక, సజ్జలు, పప్పు జాతిగింజలు.
- (b) ధాన్యము లేక పప్పుగింజల నుండి లభ్యమగు వస్తువులు.
- (c) నూనె గింజల నుండి లభ్యమగు తెలకచెక్క.
- (d) జంతువుల నుండి సంక్రమించు పదార్థములు.

## దాణా పదార్థములు



**ఆహార పోషకములు పనిచేయు విధానము**  
(Functions of nutrients)

ఆహార పోషకములు మరియు ఆహారసమ్మిశ్రిత పదార్థములు (feed additives) ఒకటే ఆరోగ్యమును కాపాడుటకు బహువిధములుగా పనిచేయును. శరీరమందు ప్రతి ఆహార పోషకము యొక్క పనిచేయు విధానమును ఈ దిగువ వివరింపబడినది.

**1. వీడిపదార్థములు (Carbohydrates) :-** ఈ పదార్థములు శరీరమునకు వేడి మరియు సత్తువ కలుగజేయును. ఇవి శరీరమునందు క్రొవ్వు ఉత్పత్తికి వినియోగింపబడును. శరీరపోషణకు అన్ని పోషక పదార్థములకన్న పిండి పదార్థములు ఎక్కువ మోతాదులో అవసరము.

**2. క్రొవ్వు పదార్థములు :-** క్రొవ్వు ఘనీభవించిన పిండి పదార్థము; పిండి పదార్థములకన్న క్రొవ్వువల్ల 2.25 వంతులు ఎక్కువ వేడి శరీరమునకు లభించును. కాని మితిమీరి క్రొవ్వు పదార్థములు వాడుటవల్ల ఆరోగ్యము చెడును.

**3. మాంసకృత్తులు :-** మాంసకృత్తులు "అమినోయాసిడ్స్" అను పదార్థముతో ఏర్పడుచున్నవి. ఇవి కండరములు, శరీరములోని అవయవములు, చర్మము, వెంట్రుకలు, పున్ని, పక్షుల ఈకలు, గిట్టలు, మరియు కొమ్ము పదార్థముల నిర్మాణమునకు అత్యంత అవసరము. మాంసకృత్తులు, గ్రుడ్లు, మరియు పాలలో సమృద్ధిగా నుండును. అంతచే గ్రుడ్లు మరియు పాలు ఉత్పత్తిచేసే కోళ్లు మరియు పశువుల పోషక ఆహారములో మాంసకృత్తులు తగినంతగా ఉండటం అతిముఖ్యము.

**4. లవణములు :-** శరీరములోని ప్రతి అవయవమునందు వివిధ లవణములు చేరియుండును. ముఖ్యంగా ఎముకలు, పన్నులు మరియు రక్తము

నందు లవణములు మనీభవించి యుండును. శరీరములోని గుండెయొక్క సక్రమచలనమునకు లవణములు తగుపాళ్ళలో సమ్మిశ్రితమై యుండుట అత్యంత అవసరము.

**5. విటమిన్లు :-** ఇవి పశువు తీసుకునే ఆహారపదార్థములలో వివిధ మోతాదులలో లభించును. ఇవి శరీరమునందు జరుగు రసాయన మరియు గ్రంథుల సంయోగ చర్యలందు పాలుగాని శరీరముయొక్క ఆరోగ్యమును కాపాడును.

**6. నీరు :-** పరిశుభ్రమైన నీరు పశువుల యొక్క ఆరోగ్యమునకు అత్యంత అవసరము. ఇది అతి చౌకగా లభ్యమయ్యే పశుపోషక ఆహారము. పశువు బాగా ఎదుగుటకు మరియు తిన్న ఆహారము జీర్ణించి ఒంటబట్టుటకు కావలసినంత పరిశుభ్రమైన నీరు ఎల్లప్పుడు వాటికి అందజేయడము మిక్కిలి అవసరము.

**సమగ్రపోషక ఆహారము :- (Balanced Ration)**

పశువునకు 24 గంటల వరకు సరిపోవుటకు ఇచ్చు ఆహారమును పోషక ఆహార మందురు. ఎట్టి ఆహారమునందు శరీర పోషణకు కావలసిన అన్ని పదార్థములు ఒక దినమునకు సరిపోవునవి తగు సమపాళ్ళలో నుండునో అట్టి దానిని "సమగ్ర పోషక ఆహారమని" యందురు. సమగ్ర పోషక ఆహారమందు యే పోషకపదార్థము ఎంత మోతాదులో నుండవలెనో, అది పశువుయొక్క జాతినిబట్టి మరియు అది చేయుపనిని బట్టి నిర్ధారణ చేయబడును. ఉదాహరణకు, పాలు ఇచ్చు ఆవునకును మాంసోత్పత్తికి వినియోగించు పశువునకును ఇచ్చు సమగ్ర ఆహారములందు వాడు పోషకపదార్థముల విలువలో తేడా యుండును.

ఒక 400 K.G.ల బరువుగల ఆవులేక గేదెకు ఈదిగువ చూపినటుల ఆహారము ఇవ్వవలెను;

1. 20-25 కేజీల పచ్చిగడ్డి

2. 3-5 కేజీల పరిగడ్డి మరియు పశువు ఇచ్చు ప్రతి మూడు కేజీలు పాలు ఉత్పత్తికి ఒక కేజీ సమగ్రదాణా ఆహార మిశ్రమము ఇవ్వవలెను. గేదె విషయంతో ప్రతి 2.5 కేజీలకు ఒక కేజీ దాణా మిశ్రమము ఇవ్వవలెను.

సమగ్ర దాణా ఆహార మిశ్రమము :

మొక్కజొన్నలు లేక జొన్నలు	-	39 కేజీలు
పరి తవుడు	-	39 కేజీలు
వేరుశనగ లేక నువ్వుపిండి	)	20 కేజీలు
చెక్క.		
పప్పు	-	1 కేజీ
లవణ మిశ్రమము	-	1 కేజీ
		<hr/> 100 కేజీలు

పశువు శరీరము యొక్క బరువు తూకములో ప్రతి 50 కేజీలు హెచ్చుతగ్గులకు, అనుగుణంగా దానికి ఇచ్చు పచ్చిగడ్డిలో 4 కేజీలు హెచ్చించిగానీ లేక తగ్గించిగానీ ఇవ్వవలెను.

పాడి పశువులకు కావలసిన గృహ వసతులు మరియు వాటి యాజమాన్య పద్ధతులు (Housing and Management of Dairy Cows):-

పాడి పశువులకు అనుకూలమైన సరిపోవునంతటి గృహవసతులను కలుగజేయడము పశుపోషణ పద్ధతులలో అతిముఖ్యమైనది. గృహములను (కొట్టాలు) నిర్మించునపుడు ప్రతి పశువుకు తగినంత విశాలమైన చోటు లభించేటట్లు చూడవలెను. గృహములను 1. పరిశుభ్రంగాను 2. చిరకాలము చెదరక యుండునట్లుగాను 3. మరియు తక్కువ ఖర్చుతో నిర్మించుటకు అనువుగా వుండునట్లుగాను అంచనాచేయవలెను.

పాడి పశువుల గృహములు (కొట్టములు)

కట్టుటకు అనువైన సాధనాలు :-

1. కొట్టములు నిర్మించు ప్రదేశము దగ్గరగా నున్న ఇతర స్థలములకున్న ఎత్తైయుండి సమముగా నుండవలెను. వర్షపునీరు, నిలుచక ప్రక్కలకు జారునటుల వాలుగా నుండవలెను.

2. సారవంతమైన స్థలమును వ్యవసాయము నకు ఉపయోగించడము మేలు. కొట్టముల నిర్మాణమునకు ఎన్నుకొనబడిన స్థలము అంత తేమ కలిగియుండక, మరియు పూర్తిగా ఎండిపోయినది యును గాక, సాధారణంగా ఉండవలెను. అతేమ లేక మిక్కిలి ఎండిన భూమి అయిన యెడల వర్షపు నీటిని వీల్చి, గోడలు నెల్రెలు పడి గోడలు చీలిపోవును. 3. వీలు అయినంత వరకు పశువుల గృహములను ఉత్తర దక్షిణాభిముఖంగా కట్టవలెను. ఇందువల్ల తగినంత సూర్యరశ్మి మరియు కావలసినంత గాలి వెలుతురు దక్షిణ దిక్కునుండి ప్రసరించును. అతితీక్షణముగా ఎండ మరియు వడ గాలులు, వాన లేక మంచు చలిగాడ్డులును కొట్టములలోనికి రాకుండా అరికట్టబడును. సూర్యుని వెలుతురు తిన్నగా కొట్టములలోని మూత్రకాలవలపై మరియు, ఆహార తొట్టిపై ప్రసరించునట్లు వీలగురీతిగా వాటిని రూపొందించవలెను.

4. పశువులకు మంచి నీటిని ఎల్లప్పుడు అందుబాటులో నుంచవలెను.

5. వన్యమృగములు మరియు చోరులు సంచరించు ప్రదేశములను పశువుల గృహములను నిర్మించుటకు ఎన్నుకొనరాదు.

6. దగ్గరగా మార్కెట్ వసతులు ఉన్నచో పాడి పరిశ్రమలను నెలకొల్పవలెను.

7. కావలసినంతగా విద్యుచ్ఛక్తి వౌకగా దొరికినచో పాడిపరిశ్రమ లాభదాయకంగాను మరియు శుచియైన పాలఉత్పత్తి చేయుటకును దోహదమగును.



8. పశువుల ఆహార భాండారమును కొట్టమునకు దగ్గరగా అనువైన చోటున నిర్మించవలెను. పాల గడిని కొట్టమునకు మధ్యగా ఉంచునటుల నిర్మించవలెను.

9. పాడిక్షేత్రములో నున్న వివిధ రకములైన పశువులకు కావలసిన గృహవసతులు ఈ దిగువ వివరించబడినవి :-

I. ఆవులశాలలు :- వీనిలో కొన్ని ప్రసూతి గదులను కూడా నిర్మించవలెను.

II. దూడల గదులు.

III విడిగదులు (Isolation boxes)

IV. పెయ్యలు మరియు కోడెలశాలలు.

V. ఆటోతుల శాల.

సామాన్యముగా ఒక్కొక్కశాలలో 80 నుండి 100 పశువులకు మించి యుంచరాదు. పశువుల సంఖ్య 10 లేక అంతకన్న తక్కువగా యుండిన పశువులశాలను "ఒంటివరస" గా నిర్మించవచ్చును. కాని పశువుల సంఖ్య అంతకన్న ఎక్కువగా నున్నచో పశువులశాలను రెండు వరుసలుగా కట్టవలెను.

10. పశువుల కొట్టములోని అడుగునేల గట్టిగా నుండి తేమను వీల్చుకుండా ఆరి పరిశుద్ధముగా యుండవలెను. నేలను కాలుజాలకుండునట్లును చేయవలెను. దీనికై బాగా కాల్చిన ఇటుకలను నేలపై వరుస వచ్చును. లేదా సిమెంటు కాంక్రీటు నేలపై పరిచి దానిపై తేలికగా గాఢములను (grooves) తీయవలెను. కొట్టములోని నేల ముందున యుండు ఆహారపు తొట్టినుండి వెనుక భాగపు మూత్రము కాలువ వరకు 1 నుండి 1½ అంగుళములు వాలుగా నుండవలెను.

11. కొట్టములోని గోడలకు మెత్తనిసిమెంటుతో నునుపుగా నుండునటుల పూత పూయవలెను. దీనివల్ల

ధూళికాని లేక చెమ్మకాని గోడలకు అంటుకొనదు. గోడల యొక్క మూలలు గుండ్రంగా చేయవలెను.

12. పశువుల శాలయొక్క కప్పుకు సిమెంటు రేకులుకాని లేక గూనపెంకులనుగాని వాడవచ్చును. కొట్టము యొక్క నేలనుండి కప్పవరకు ప్రక్కన 8' మరియు వెనగట్ట వద్దకు 15 అడుగులు ఎత్తు వుంచిన కావలసిన స్థలము పశువులకు లభించును. ఉష్ణమండలములో నుండు వాతావరణ పరిస్థితులను అనుసరించి ప్రతి ఆవుకు 800 ఘనపుడడుగుల చోటు శాలయందు కావలసియుండును.

13. పశువుల కొట్టాలు ముఖ్యంగా మూడు రకాలుగా ఉండును. అవి యేవన :-

1. స్టాంబియన్ రకపు పశువులకొట్టం :- ఇది సాధారణంగా అన్ని చోట్లూ వాడే పశువుల శాల. ఈ కొట్టమునందు పశువులను ఒక గొట్టపు కడియ యందు దూరించి బంధింతురు. ఒక్కొక్క పశువుకు మధ్యన గొట్టపు పైపుచతో నిర్మించిన అడ్డు కడ్డీపెట్టి యుండును. దీనివల్ల ఆవు పొడుగును, పక్కన కట్టిన ఆవు తొక్కకుండా కాపాడబడును.

2. క్లాటాడు (Lie Stall) రకపు కొట్టం :- ఇది పై వివరించిన పశువుల కొట్టము లాగా వుండును. కాని దానికన్న పొడుగు మరియు వెడల్పు ఎక్కువ వుండి సౌకర్యముగా నుండును.

3. సుఖదాయకమగు కొట్టము :- ఇది పెద్దదిగా నుండి సుఖము నిచ్చును. ఆహారము తిను తొట్టిపై ఇనుపగొట్టములు పొదిగి యుండును. ఇందువల్ల పశువు ఆహారపు తొట్టిపై దాటి ముందుకు పోవుటకు వీలు లేకుండును. ఇది పై రెండు విధములైన కొట్టములకన్న పరిశుభ్రముగా నుండుటకు వీలు కలదు.

అంగ్లము : డా॥ యం. మహేందర్.

తెనుగున : సి.హెచ్. సత్యనారాయణ.

## 148. పశు వ్యాధులు - వాటి నివారణ

పశువులకు వచ్చు ముఖ్యమైన అంటు వ్యాధులలో, పెద్ద రోగము (Rinder Pest), గాలి కుంటు (Foot and mouth disease), జబ్బు వాపు (Black quarter) మరియు గొంతువాపు (H S) వంటి ప్రమాదకరమైనవి. ఈ వ్యాధులు సోకిన తీర్మానవృక్ష సంభవించును కావున పశువులు ఈ వ్యాధులకు గురికాకుండా యుండటకు తగు చర్యలను తీసుకొనిన యెడల పశుసంపదతో బాటు పాప ఉత్పత్తిని కూడ పెంపొందించుకొన వచ్చును.

**పెద్ద రోగము :-** పశువులలో పెద్ద రోగము చాల ప్రమాదకరమైన అంటువ్యాధి. ఈ వ్యాధి ఆవులకు, గేదెలకు, ఎద్దకు, దున్నపోతులకు, మేకలకు మరియు గొడ్డలకు కూడ వచ్చును. ఈ వ్యాధి మూలముగా గ్రామములోని పశువులు ఎక్కువ సంఖ్యలో చనిపోయి, రైతులకు అధిక నష్టమును కలుగజేయును.

ముఖ్యముగా ఈ వ్యాధి విదేశజాతి పశువులకు త్వరితముగా సోకును. కనుకనే మనము చాలా కాలమునుండి ఎక్కువగా పాలు ఇచ్చు పాడిజాతి పశువులను అభివృద్ధి చెసుకొనలేకపోవుచున్నాము. అన్ని వయస్సులలోని జంతువుల ఈ వ్యాధికి గురియగును.

ఈ వ్యాధి సూక్ష్మమైన “వైరస్” క్రిములవలన వచ్చును. జబ్బుతోనున్న పశువుల పేద, మాత్రము, తినిగా మిగిలిన గడ్డి, దాచా మరియు నీటి ద్వారా ఈ వ్యాధి ఒక పశువు నుండి మరొక పశువునకు సోకును. వ్యాధిగ్రస్తమైన పశువులను, ఒక గ్రామము నుండి మరొక గ్రామమునకు తీసుకొని పోవడము వలన ఈ వ్యాధి వ్యాపించును. మన దేశములో కేవలము పెద్ద రోగము మూలముగా

ప్రతి సంవత్సరము దాదాపు రెండు లక్షల పశువులు చనిపోవుచుండెను కాని ఇప్పుడు చాలా వరకు ఈ రోగము చీకాం ద్వారా అరికట్టబడినది.

**వ్యాధి లక్షణములు :-**

1. పశువులకు జ్వరము  $105^{\circ}\text{F}$  వైపు వుండును.
2. వాటి కండ్లు బాగా ఎర్రబడి నీరు కాదుతూ, పుసులు కట్టి యుండును.
3. ఆవులు, గేదెలు పాలు ఇవ్వటము మాని వేయును.
4. పెదవుల లోపలి భాగము, నాలుకపై, క్రిందను పొక్కులు కట్టును.
5. తరువాత బంక పిరోచనములు పట్టి అవి పారెడు పురుతో రక్తము కూడ పడును.
6. 3-5 రోజుల లోపల పశువులు నీరసించి చనిపోవును.

**నివారణ పద్ధతులు :-**

1. వ్యాధి గ్రస్తమైన పశువులను ఒక గ్రామము నుండి మరొక గ్రామమునకు మార్చరాదు.
2. జబ్బుపడిన పశువును వెంటనే వేరు చేయ వలెను.
3. గ్రామములోని ఆరోగ్యకరమైన పశువులన్నింటికి పెద్ద రోగము చీకాంను వేయించవలెను.
4. చనిపోయిన పశువుయొక్క చర్మమును తీసివేయక, ఆ కళేబరమును, లోతుగా తీసిన గోతిలో మొదట సున్నము చల్లి పూడ్చవలెను. లేని యెడల కాకులు, గ్రద్దలు వాటి కళేబరములను తిని తద్వారా వ్యాధిని విస్తరింపజేయును.

5. జబ్బుపడిన పశువుల పేదను, మూత్రమును తినగా మిగిలిన గడ్డిని కాల్చివేయవలెను.

6. పాకలను, లేక పశువుల స్థలాలను ఫీనా యిల్తోగాని, డెట్టాల్తో గాని బాగుగా కడిగి శుభ్రము చేయవలెను.

**గాలికుంటు :-**

ఈ వ్యాధి చీలిన గిట్టలు గల జంతువులలోనే వ్యాపించును. అనగా పశువులు, గొట్టెలు, మరియు పండులలో వ్యాపించును. విదేశీయ జంతువులలోను, మరియు సంకరజాతి పశువులలోను ఈ వ్యాధి తొందరగా ప్రబలి తీవ్రరూపము ధరించి పెక్కువాటిని మృత్యువువారే పెట్టును.

ఈ వ్యాధి అతి సూక్ష్మజీవి (వైరస్) మూలముగా సంభవించును. ఈ వ్యాధి సోకి బాగుపడిన పశువులు బక్కచిక్కి ఏ విధముగా లాభదాయకము కానటువంటివిగా నుండును. సాధారణముగా పేసవి కాలములోగాని, వసంతకాలములలోగాని ఈ వ్యాధి వచ్చును. ఈ వ్యాధికే తెలంగాణ ప్రాంతమందు “గాలిపోయటం” అనే వాడుక ఉన్నది.

ఈ వ్యాధి 2,3 వారముల వరకుండును.

**వ్యాధి లక్షణములు :-**

1. జ్వరము తీవ్రముగా నుండును.

2. మేత మేయడము, నెమరు వేయడము మానివేయును.

3. దాహము ఎక్కువగా నుండును.

4. నోటినుండి చొంగ తీగలవలె కారుచుండును.

5. నోటియందును, చిగుళ్ళపైనను మరియు నాలుకపైనను పొక్కులు పోసి అవి రణపుండ్లుగా మారును.

6. గిట్టల మధ్యభాగమున మరియు పై భాగమందును పొక్కులు లేచును. దీని మూలముగా

పశువులు కుంటుపడగలవు. కొన్ని పశువులలో పురుగులు పడి గిట్టలు ఊడిపోవును.

7. పొడుగుల పైనను పొక్కులు లేచును.

**నివారణ పద్ధతులు :-**

ఈ వ్యాధిని నివారించుట అంత సాధ్యమైన విషయము కాదు. దీని యొక్క నివారణ-టీకాలు ఇంతవరకు సులభముగా లభ్యముకాకపోవుయే అందులకు కారణము. ఈ మధ్య గాలికుంటు టీకాలు వెలువడినవి. వీని యొక్క “సింగల్ డోస్” ఖరీదు రు. 10. ఈ టీకాలను విదేశీయ మరియు సంకరజాతి పశువులకు ఇవ్వడమే మంచిది.

**చికిత్స :-** 1. నోటిలోను మరియు గిట్టలలోను ఉన్న పొక్కులను 1% పొటాషియం పర్మాంగనేట్ ద్రవముతో బాగుగా శుభ్రముచేసి డస్టింగ్ పొడరు చల్లవలెను.

2. గిట్టల మధ్య పురుగులున్న యెడం “టర్పెంటైన్” ఆయిల్ పోసినచో పురుగులు చనిపోవును. తరువాత మామూలుగా శుభ్రము చేసి డస్టింగ్ పొడర్ను చల్లవలెను.

**జబ్బువాపు :-** కొన్ని ప్రాంతములలో దీనినే “కుంటు రోగము” అని కూడ అందురు. ఈ వ్యాధి వర్షాకాలముందు, పచ్చిక రాగానే బాగుగా ప్రబలును. ముఖ్యముగా ఈ వ్యాధి బాగుగా కండ పెట్టి ఆరోగ్యముగా నున్న పశువులకే ఎక్కువగా వ్యాపించును. ఈ వ్యాధి 6 మాసముల నుండి 2 సంవత్సరములలోపు పశువులలో తరచుగా వచ్చుచుండును. ఈ వ్యాధి సూక్ష్మమైన “క్లాస్టిడియం వెల్ పై” అను బాక్టీరియా క్రిమివలన సంభవించును. ఈ వ్యాధి సోకిన పశువులు 60- 80% వరకు చనిపోవును.

**వ్యాధి లక్షణములు :-**

1. జ్వరతీవ్రత 104°F- 106°F వరకు వుండును.

2. పశువులు కుంటుచుండును.

3. సామాన్యముగా జబ్బయొక్క కండరములకుగాని, వెనుక కాళ్ళ కండరములకుగాని వాపు వచ్చును. వాపువచ్చిన స్థలములలో చర్మము కమిలి నట్లు నల్లబడును. నల్లబడిన స్థలములలో వేడిగా నుండును. మరియు కొంత ఒత్తిడిచేసి నొక్కినచో గాలిబుడగల శబ్దమువలె చప్పుడు వినబడును. పశువుకు చాలావఱ కలుగును. ఈ లక్షణములన్నియు వ్యాధి యొక్క ప్రారంభదశయందు కన్పించును.

4. వ్యాధి ముదిరినచో అట్టి స్థలము చల్లగా నుండును. వాపు వచ్చినచోట కోసినచో, నురుగుతో కూడిన రక్తము బహుద్రావనతో వెలువడును.

5. ఇంతేగాక ఆ పశువు కుంటుతూ కూలబడును. దాని రక్తపు నాడి మందగించి రెండు రోజుల లోపున చనిపోవును.

**నివారణ :-** 1. పర్వకాలము ప్రారంభముకాక పూర్వమే జబ్బవాపు నిరోధక టీకాలను వేయించవలెను.

2. వ్యాధి సోకిన పశువుల యొక్క పేడ, మూత్రము మరియు తినగా మిగిలిన గడ్డిని కాల్చి వేయవలెను.

3. వ్యాధితో చనిపోయిన పశువులను గోతిలో పూడ్చి సున్నము చల్లవలెను.

**చికిత్స :-** 1. పెన్సిలీన్ (Penicillin) లాంటి యాంటిబయాటిక్స్ తో ఈ వ్యాధిని నయము చేయవచ్చును.

2. “సల్ఫామెజిటీన్” 33 $\frac{1}{3}$ % ద్రవమును పశువు రక్తనాళములోనికి ఇంజెక్షన్ చేయించుట ద్వారా బాగు చేయవచ్చును.

**గొంతువాపు :**

ఈ వ్యాధి పర్వకాలమందు పచ్చిక రాగానే బాగుగా ప్రబలును. ముఖ్యముగా గేదె దూడలు

ఈ వ్యాధికి గురియగును. “పాశ్చరెల్లా” అను బాక్టీరియా సూక్ష్మక్రిములవల్ల ఈ వ్యాధి వాపించును. చెమ్మ ఎక్కువగా నుండి, సూర్యరశ్మి ప్రసరించని ప్రదేశములలో, ఈ వ్యాధి క్రిములు ఎక్కువ కాలం సజీవములైవుండి రోగమును విస్తరింప చేయును.

**వ్యాధిలక్షణములు :**

1. రోగము తగిలిన పశువులకు తీవ్రముగా జ్వరము వచ్చును.

2. ఊపిరిత్తులు వాచి శ్వాసవేగము హెచ్చును.

3. గొంతు, నాలుక, ముక్కులు ఉబ్బును. దీనివలన శ్వాస తీసుకొనుటకు శ్రమ కలుగును.

4. దగ్గు, పడిశెము చేత ముక్కుల నుండి తెమడ పడును. పశువులు 2, 3 రోజులలో చనిపోవును.

**వ్యాధినివారణ పద్ధతులు :-**

1. చనిపోయిన వాటిని చేలలోగాని నీటి కాలువలోగాని వేయకూడదు. అట్టి వాటిని గోతిని త్రవ్వి సున్నము వేసి పూడ్చవలెను.

2. క్రిమి పోషక మందులను పాకలలో చల్లి శుభ్రము చేయవలయును.

3. ఆరోగ్యముగా నున్న పశువులకు వెంటనే వ్యాధి నిరోధక టీకాలను వేయవలెను.

**చికిత్స :-** “సల్ఫామెజిటీన్” 33 $\frac{1}{3}$ % ద్రవమును పశువు రక్తనాళములోకి ఇంజెక్షన్ చేయించుట ద్వారా బాగు చేయవచ్చును.

**మూలము. డా॥ యం. మహేందర్**  
తెనుగున. డా॥సి. హెచ్. సత్యనారాయణ.

# 149. పెంపుడు జంతువులలో శస్త్ర చికిత్స

(Some Common Surgical Ailments in Domestic Animals)

**ఉపోద్ఘాతము :**

గత రెండు దశాబ్దాలలో పెంపుడు జంతువులలో శస్త్ర చికిత్స చాలా అభివృద్ధి చెందినది. జంతువులలో శస్త్ర చికిత్సలో జరిగిన అభివృద్ధిని సకాలంలో, ఉత్సాహంతో సద్వినియోగ పరచిన జంతువుల బాధలను తొలగించటమేగాక వాటి ఉపయోగమును పెంచి దేశ అభివృద్ధికి పాటుపడిన వారము కాగలము.

**I. కొమ్ములలోని పశువుల మంద :**

a. దూడలు పుట్టగానే వాటి కొమ్ముల చిగుళ్లు మొలవకుండా నివారించిన, పాడి పశువులకు కొమ్ములు లేకుండా చేయవచ్చును. కొమ్ములు లేనందువల్ల పాడి పశువులు తమలో తాము పొట్లాడుకొని గాయపడే అవకాశముండదు. పశువులను పెంచువారికి కూడా కొమ్ములవల్ల అపాయముండదు.

దూడలు పుట్టిన తొలివారం పది రోజులలో కొమ్ముల చిగుళ్లపై, ఎఱ్ఱగా కాలిన ఇనుపకడ్డితో గట్టిగా నొక్కికాల్చిన, కొమ్ములు మొలవకుండా నివారించవచ్చును. కాలిన ఇనుపకడ్డి తుడి గుండంగా పది పైసల బిళ్లసైజులో నుండవలెను. దూడల కొమ్ము చిగుళ్ళు కాలువటానికి కాస్టిక్ పొటాష్ అను రసాయనిక పదార్థమును వాడవచ్చును.

b. గేదెలు, ఎద్దులు మరియు పొట్టేళ్ళలో పెరిగిన కొమ్ము భాగమును కోయు పద్ధతి :

పశువుల కొమ్ములు అతి పొడవుగాచున్నను, అడ్డముగా నుండినను, చిగువై గుండ్రముగా వడి తిరిగి యున్నను, అవి తలపైనున్న చర్మమును నొక్కి గాయపర్చును. ఇటువంటి కొమ్ములను

కొంతవరకు అనగా కొమ్ముల యొక్క చివరి భాగమును అయిదింటు రెండు వంతుల పొడవుదాకా కోసివేయవచ్చును. ఇందువల్ల పశువుకు ఎలాంటి బాధ ఉండదు. కొమ్ములు పెరిగిన మళ్ళీ కొన్ని మాసముల తదుపరి కోయవచ్చును.

c. కొమ్మును సమూలముగా తీసివేయు పద్ధతి :

పశువులలో కొమ్ములు విరిగినగాని కొమ్ములు ఊడిన గాని లేక కొమ్ముమాద (horn cancer) అయినచోగానీ, కొమ్మును పూర్తిగా, మొదటి నుండి కోసి తీసివేయడం తప్పనిసరి కాగలదు. కొమ్ము ఊడివచ్చిన పశువుకు మిక్కిలి బాధగా నుండును. ఆ కొమ్ము లోపలి ఎముక బహిర్గతమై రక్షణ లేక ఏ దేని దెబ్బ తగిలిన రక్తము ప్రవహించి పశువుకు బాధ కలిగించును. అలాగే కొమ్ముమాదకు గురియైన కొమ్ము వాలిపోయి కొంత కాలమునకు పూడిపోయి, వాచి నెత్తురు కారును. అలాంటప్పుడు కొమ్మును సమూలముగా కోసి తీసివేయవలెను. పశువుకు బాధ లేకుండా ఇంజెక్షన్ ద్వారా కొమ్ము భాగమును మొద్దుపరుపదేసి కొమ్మును తల ఎముక మొదలున కోసి, తీసివేసి, ఆ గాయము పై చర్మమును కలిపి కుట్లు కుట్టవలెను. కొన్ని దినములలో ఏ బాధా లేకుండా తల గాయము మానును.

**II. వ్యవసాయమునకు ఉపయోగించు కోడెలకు చేరు కొట్టించుట (Castration) :**

పొలం పనులకు ఉపయోగింపబడు కోడెలకు మూడు సంవత్సరాల వయస్సునందు చేరు కొట్టించవలెను. బుద్ధ కొట్టిన కోడెలు పోకిరి అణిగి బాగా బలిష్ఠముగా నుండి పనులకు సులువుగా మచ్చిక పడును. ఇతర పశువులను ముఖ్యంగా ఆవులను

తరుముటలాంటి బాధలు ఉండవు. బడ్డిబోకా స్ట్రెటర్ ఆను పరికరముచే కోడెలకు చేరు కొట్టటము నులుపు. వాటికి ఎలాంటి బాధ ఉండదు. కావాలంటే తిరిగి వెంటనే పనికి ఉపయోగింపవచ్చును.

### III శస్త్ర చికిత్స చేసి నాసిరకపు కోడెల వీర్య నాడులను కత్తిరించు పద్ధతి: (Vasectomy and Caudectomy in Bulls):

ఆవుల మంద యందు శస్త్ర చికిత్స చేసి వీర్య నాడిని కత్తిరించి వేసిన నాసిరకపు కోడెలను వదలటం ఎంతైనా లాభదాయకము. ఇటువంటి శస్త్ర చికిత్స చేసిన కోడెలు మందలో ఎదయందు వున్న ఆవులను కని గొనగలవు, కాని ఆవులకు గర్భోత్పత్తి చేయలేవు. ఆవు ఎదలో నున్నచో కృత్రిమ సంవర్కము చేసి లేదా ఏవేని యెన్ను కొన్న నాణ్యమైన ఇతర ఆటోతుచే చూలు కట్టించ వచ్చును. ఈ శస్త్ర చికిత్స స్థానికంగా మత్తు ఇంజక్షన్ చేసి చేయవచ్చును.

### IV పశువు యొక్క మందగుది వ్యాధికి శస్త్ర చికిత్స (Pateilar Desmotomy):

మందగుది వచ్చిన పశువు మోకాటి కీళ్ళ తిమ్మిరితో అతి బాధ పడును. కట్టుగొయ్య దగ్గర నుండి విడిచిన పశువు అతి కష్టముగా వెనుక కాలును లాగుతూ కొంత దూరము వరకు నడచిననే గాని బాధ నివారింపదు. కొన్నింటికి రెండు కాళ్ళయందు మందగుది యుండును. అటువంటిప్పుడు మేత మేయటానికి నడవటం కూడా కష్టము. కాని ఈ వ్యాధి మోకాటి కీళ్ళ నరమును శస్త్ర చికిత్స చేసి నివారింపవచ్చును. వెంటనే పశువు కాలును మామూలుగా ఉపయోగించును. ఈ శస్త్ర చికిత్స నులువైన పద్ధతి.

### V. మెడ “కాడి” వాపు, పుండ్లు, కణుతులు, చీము గడ్డలు (Yoke gall & tumors):- ఎద్దు మెడపై కాడి ఎక్కువగా ఒరిపిడివల్ల మెడ

వాచి నొప్పివెట్టును. ఎద్దును విడదీసి తగు విశ్రాంతి నిచ్చిన వాపు తగ్గును. లేదా విశ్రాంతి లేక కాడి ఒరిపిడి ఎక్కువైనచో మెడపై చర్మము పగిలి “కాడిపుండ్లు” చీముగడ్డలు రక్తగడ్డలు లేదా కణుతులు కలుగును. చీముగడ్డలున్నచో శస్త్ర చికిత్సచేసి గడ్డనుకోసి, చీమును తీసివేసిన క్రమేణ వాపు తగ్గి నయమగును. కాడిపుండ్లు చుట్టు కొయ్య కండ పెరిగిన పైపై మందులు వ్రాసిన చికిత్స వల్ల ఏ లాభముండదు. శస్త్రచికిత్స చేసి పుండ్ల చుట్టూ పెరిగిన మాంసపు కండను తీసివేసి పై చర్మమునకు కుట్టు వేసిన, కొలది దినములలో పుండు మానును. “కాడి రక్తపు” గడ్డలకు ఎద్దుకు పనిలేకుండ తగు విశ్రాంతి నిచ్చిన, దానంతట అదే కరిగి బాగుపడును. కాడి కణుతులున్న వాటికి పై పూతవల్ల ఏ లాభముండదు. పైన వివరించి నట్లుగా శస్త్రచికిత్సతో కణుతును కోసి తీసివేయ వలెను.

### VI. నాభిపై చీముగడ్డలు (Umbilical abscess):-

దూడ పుట్టగానే దాని బొడ్డును శుభ్రముగా కడిగి, బొడ్డును దారముతో కట్టి, కోసివేయవలెను. ఈలాంటి జాగ్రత్తలు తీసికొననిచో, బొడ్డువాచి, ఉబ్బి, చీము గడ్డగా మారును. శస్త్రచికిత్సచేసి బొడ్డుయొక్క చీముగడ్డను, కోసి, చీమును తీసి కడిగి తగు మందును పూయవలెను. ఇట్లు చేసిన కొన్ని దినములలో పుండుమాని వాపు తగ్గును. గమనిక :- దూడ పుట్టగానే శుభ్రమైన తాడుతో బొడ్డుకు 2 అంగుళములు విడిచి కట్టి బొడ్డును కోసివేసి టింక్చర్ అయోడినును పూయ లెను.

### VII. తోక గాయములు (Tail injuries & necrosis) :-

పశువుల తోకకు ప్రమాదముచే గాయములు తరచుగా కలుగును. అవి పరుండినప్పుడు ఇతర పశువులు వాటి తోకపై నుండి నడచిన, తోక తెగి

గాయపడును. పనిచేయునపుడు పశుకామందులు వాటితోకను విరిచి త్రిప్పినచో కాని, లేదా పరుండిన వాటిని శుభ్రపఱచు తోక విరిచి త్రిప్పినచో, గాని తోక ఎముకలు తొలిగి, తోక వంకరపోవుట, ఎండిపోవుట జరుగును. తోక గాయము పైభాగమును శస్త్ర చికిత్సచే కోసి, చెడిపోయిన తోక క్రింది భాగమును తీసివేయవలెను. కోసిన భాగపు ఎముకపై చర్మమును కుట్టి కట్టు కట్టిన వారము రోజులలో తోక గాయముమాని బాగుపడును.

### VIII పొదుగుచన్నుల గాయములు (Teat injuries):-

పాల ఊటగాయము (Fistula) మరియు కవల చన్నులు (Supernumerary teats), పొదుగు చన్నుల గాయములు, తరుచుగా ఏదేని పడునుగల చస్త్రపు (ఇనుప కడ్డి, ముళ్ళకంచెలాంటివి), చన్ను కుదురు యందు గ్రుచ్చుకొనిన లేదా ఇతర పశువులు త్రొక్కినగాని కలుగును. చను కుదురుపై ఊటగాయము తగిలిన, పాలు ఆపు లేకుండా కారిపోవుచుండును. ఊట గాయములకు వట్టిపోయిన పశువులలో శస్త్రచికిత్సచేసి బాగుచేయవచ్చును. పాలు ఇచ్చుచున్నవాటికి ఈ గాయము తగిలిన వెంటనే కుట్టువేయవలెను. కానిపాలు పితకటముచేత, దూడ పాలుకుడవటంచేత కుట్టువిడిపోయి గాయము తగ్గకపోవచ్చును. చన్నుకుదురులోనికి ప్రత్యేకమైన గొట్టములను దూరించి పాలు తీసినచో గాయము మానవచ్చును. ఈ చన్ను గొట్టములను పుండుమానువరకు చన్ను కుదురుయందే దూర్చి ఉంచవలెను.

### IX. గుడ్డమాయ (Prolapse of uterus):-

పశువు ఈనిన తరుపరి గుడ్డమాయ బయటకు రావచ్చును. ఇది తరుచుగా జరగదు. అప్పుడప్పుడు పశువు ఆరోగ్యము బాగా లేకుండుటచేత దూడ వెలులలకు వచ్చిన వెంటనే దానితోకూడా గుడ్డ

మాయ బయటకువచ్చును. దూడను బలవంతముగా లాగినపుడు ఇది తరుచు సంభవింతును. గుడ్డమాయ బయటకు నెట్టబడిన పశువు ప్రాణమునకు అపాయము సంభవింపవచ్చును. కనుక గుడ్డమాయను పొటాషియం పర్మాంగనేటు లోషనుతో శుభ్రపరచి జననేంద్రియము లోపానికి త్రోసివేయవలెను. ముందుగా పశువులకు "ఎపిడ్యూరల్ ఎస్థీస్థీసియా" (epidural anaesthesia) ద్వారా నొప్పి లేకుండాచేసి ఈపని చేయవచ్చును.

గుడ్డమాయకు వెంటనే చికిత్స చేయనిచో అది గాలి తగిలి, వాచి ఉబ్బిపోవును. ఆ పండ్థిలలో తిరిగి లోనికి దాని స్థానమందు చేర్చటము కష్టము. యాంటిబయాటిక్ ఇంజక్షన్లు చేయించిన గర్భకోశము చీము పట్టకుండా నివారంపవచ్చును.

### X. ఎద్దులు మరియు కోడెలలో మూత్ర నిరోధము :

ఎద్దులు మరియు కోడెలలో మూత్ర నాళములో రాళ్లు అడ్డుపడటంవల్ల మూతం నిలిచిపోవును. మూత్రము రానందున పశువు కడుపు భూనొప్పితో బాధ పడును. మూత్రముచేయ ప్రయత్నించినపుడు మూత్రము బదులు రెండు మూడు నెత్తును చుక్కలు పడవచ్చును. కొన్ని దినముల తరుపరి ఉచ్చబుద్ధ పగిలి మూత్రము పొట్టయందు నిండును. ఉచ్చబుద్ధ పగిలిన కొన్ని దినముల వరకు పశువు ఆరోగ్యముగా కనిపించినను మరికొన్ని దినములకే పశువు చనిపోగలదు.

శస్త్రచికిత్స ద్వారా రాయిని తొలగించిన పశువును కాపాడవచ్చును.

### XI. కడుపుబ్బ - పొట్టబిగువు (Bloat and impaction) :-

పశువులకు మితిమీరి ఎండుమేత మరియు దానామేపినచో పొట్ట బిగిసిపోవును. పశువుకు, అజీర్తిచేసి మేతమేయుట మానివేయును.

పశువులకు పచ్చిగడ్డి, మరియు పచ్చిరొట్ట మిక్కుటముగా మేపిన పెద్దపొట్ట నురుగుతో ఉబ్బిపోవును. పొట్టయందు వెంట్రుక తుట్టలు గుడ్డముక్కలు ఇనుప తీగెముక్కలు కూడినచో పొట్టలో కదలిక తగ్గిపోయి కడుపుబ్బ, అజీర్తి, మొదలగు లక్షణములు కనిపించును.

దీర్ఘకాలము నుండి ఈ వ్యాధితో బాధపడుతూ చికిత్సపోయిన వాటికి శస్త్ర చికిత్సచేసి కడుపులో నున్న ఇనుపముక్కలను, వెంట్రుక తుట్టలను, గుడ్డముక్కలను తీసివేయవలెను. ఈ శస్త్ర చికిత్స వల్ల పశువుకు ఆరోగ్యము చేకూరకలదు.

## XII. వాడిగల దవడపన్నులు ( Sharp Molars ) :-

పశువులలో దవడ పన్నులు హెచ్చుతగ్గులుగా అరిగిండు వలన వాటి అంచులు వాడియైపోవును. అందుచే నెమరువేయుచున్నప్పుడు నాలుక మరియు దవడలు కరుచుకొని నెమరు ఊసివేయును. నోరు తెరచి పరిశ్చేసి చూచిన దవడ పన్నులు హెచ్చుతగ్గులుగా పదునుగా యుండుట కనపడగలదు.

పెరిగిన దవడ పన్నుల మొలలను లావుపాటి పొడుగైన కత్తెరవంటి పరికరము (Molar cutter) తో కోసి సరిసమానము చేయవచ్చును. పదునెక్కిన పన్నులను ఆకురాయివంటి ప్రత్యేకమైన పనిముట్టు ( Tooth Rasp ) తో రాసి అరగతీయవచ్చును. ఇట్లు రెండు మూడుసార్లు అరగతీసిన

పన్నులు సమానమై మేఘాఘటంమాని పశువు బాగుగా నెమరువేయును.

## XIII. పశువులలో కష్టమైన కానుపు :

పెక్కు కారణముల వలన పశువులు దూడను ఈనలేక బాధపడవచ్చును. పశువులు ఈనునప్పుడు నీటి బుడగ (Water Bag) బయటకు రాగానే తగు సమయములో దూడ బయటకు రానట్లుంటే దూడను బయటికి లాగివేయవలసి వచ్చును. దూడను లాగివేయుట కష్ట రమైనచో గర్భముకోసే శస్త్రచికిత్స ( Caesarean operation ) ద్వారా దూడను తీయవచ్చును. తగు సమయములో శస్త్ర చికిత్స చేసిన తల్లిని పిల్లను బ్రతికించవచ్చును.

## XIV. కన్నుమాద (Eye cancer) :

కన్నుమాద అప్పుడప్పుడు పశువులలో వచ్చును. కన్నుమాద కన్నురెప్పు షీదగాని కన్నుగ్రుడ్డుకు గాని రావచ్చును. పశువు కనునీరు తరుచుగా కార్చును. కన్నుగ్రుడ్డుపై తెల్లనిపొర వచ్చును. కన్ను ఉబ్బిచాచి ఉండును. కన్ను నుండి దుర్మారసము పెరుగును. కన్నుమాద లక్షణములు కనిపించిన వెంటనే శస్త్ర చికిత్సచేసి కన్నును కాపాడవచ్చును. మాద తిరిగి పెరిగిన కన్నును పూర్తిగా పెరికి తీయవలసివచ్చును.

ఆంగ్లమున : డా॥ఆర్.యల్.నరసింహారావు

తెనుగున : డా॥ యం. మహేందర్



# 150. ఆవులు మరియు గేదెల అభివృద్ధికి కృత్రిమ సంపర్కము యొక్క వినియోగము

**కృత్రిమ సంపర్కమునగా :**

ఇం దియమును పరికరముల సహాయముచే, ఆడపశువుయొక్క జననేంద్రియమును ప్రవేశ పెట్టడము. ప్రకృతి సహజావస్థలో ఆబోతు, ఎద యందున్న పశువుతో సంగమించి, ఇంద్రియ మును పశువుయొక్క మానమునందు, లేదా లోతుగా గర్భముఖద్వారము (Os uterus) యందున విసర్జించును. ఇక కృత్రిమ సంపర్కముందున్న ఆబోతు ఇంద్రియమును, కృత్రిమ మానమునందు స్థలింపజేసి, ఆ ఇంద్రియమును, కౌన్ని రసాయనిక ద్రవములతో మిశ్రమించి, శీతలపరిచి అధిక సంఖ్యగల పశువులకు వినియోగింతుడు. కృత్రిమంగా స్వీకరించిన ఇంద్రియమును బహుకాలము సజీవముగా భద్రపరిచి యుంచవచ్చును.

**చరిత్ర :-**

పశువుల అభివృద్ధికి కృత్రిమ సంపర్క విధానములు బహుకాలమునుండి ఉపయోగింపబడినవి. 1780లో ఇటలీ దేశములో “లజారిస్పలన్ జాని” అను శాస్త్రవేత్త కుక్కలపై కృత్రిమ సంపర్కమును ఉపయోగించెను. 1930లో రష్యన్ శాస్త్రవేత్తలు కృత్రిమ సంపర్కమును విరివిగా వాడి, వేంకొంది ఆవులకు మరియు గొట్టెలకు గర్భధారణ చేసిరి. భారతదేశములో “కుమారన్” అను పశుగణ శాస్త్రవేత్త 1939 లో మొదటిసారిగా, ఈ పద్ధతిని, మైసూర్ మహారాజావారి పశువులశాలలో వాడినట్లు తెలియుచున్నది. 1942 లో డా॥ పి. భట్టాచార్యుల ఆధ్వర్యమున “భారత పశు వైద్య పరిశోధనా సంస్థ” యందు పశువుల

ఉత్పత్తికి కృత్రిమ సంపర్కము పెద్ద ఎత్తున ఫలప్రదముగా వాడబడినది. అప్పటి నుండి దేశ మంతటను ఈ పద్ధతి పశుగణాభివృద్ధికి “తగిన పనిముట్టు” గా వాడబడుచున్నది.

**కృత్రిమ సంపర్కము వల్ల లాభములు:-**

1. ఈ పద్ధతి అవలంబించుటవల్ల దూడల ఉత్పత్తికి కావలసిన ఆబోతుల సంఖ్య చాలావరకు తగ్గించవచ్చును. పది ఆబోతుల స్థానమున ఒక ఆబోతును పెంచిన చాలును.

2. పాల ఉత్పత్తిని అధికము చేయుటకు, పేరొందిన ఆబోతు వీర్యమును బహుసంఖ్యలో ఆవులకు వాడవచ్చును.

3. దూర, దూరములో నున్న ఆవులకు సహితమును, నిలువజేసిన ఇంద్రియమును స్వల్పకాలమున పంపి పిండోత్పత్తి చేయపిరిగును.

4. సహజ సంపర్కము ద్వారా ఒక ఆబోతు 100 ఆవులకన్న మించి దాటలేదు. కృత్రిమ సంపర్కమున 1000 నుండి 2000 వేల ఆవులకు ఎద పెట్టవచ్చును.

5. నాణ్యమునకు ప్రసిద్ధిగాంచిన ఆబోతుల వీర్యమును దూర దూర దేశములకు సహితము రవాణాచేసి, ఫలితములను పొందవచ్చును.

6. ఈ పద్ధతిలో ఆబోతుల వీర్యమును తీసి, దాని నాణ్యతను కనుగొనుటకు వీలుండును. మంచి నాణ్యమైన ఆబోతులనే వాడి, పెంచుదిగుబడి నిచ్చే సంతతిని వృద్ధిచేసి, లాభాలను అధికము చేయవచ్చును.

7. ఆబోతుల ద్వారా సంక్రమించే సుఖ వ్యాధులను, ఈ పద్ధతిని వినియోగించి ఆరికట్ట వచ్చును.

8. పశుగణశాస్త్ర నిపుణులు, ఆవుల జన నేంద్రియములను పరీక్షించి లోటులను కనుగొనుటకు, కృత్రిమ సంపర్క పద్ధతిలో మంచి అవకాశము ఉండును, కావున కాలయాపన లేక జన నేంద్రియలోపములను సరిచేయవచ్చును.

9. ఉత్పత్తి దిగుబడి “నాణ్యతరుజువెన” (Proven site) బోతువీర్యము దాని లాభములను బహుకాలము తరతరములుగా వాడి పొందవచ్చును. ఆబోతునుండి వీర్యమును సంగ్రహించి, శీతల పరిచి, పొడిగా రూపుమార్చి, బహుకాలము నిలువ చేయవచ్చును. ఆబోతు మరణించినను, దాని ఇంద్రియ బీజమును శతాబ్దాలుగా సజీవపరిచి యుంచవచ్చును.

10. సంపర్కించు, ఆడ - మగ, జత శరీరము లందు హెచ్చుతగ్గులు, అంగవైకల్యములు ఉన్నను, ఈ పద్ధతి వాడి, దూడల ఉత్పత్తి చేయవీలగును.

ఈ పద్ధతిలో గల లోటులు :-

1. కృత్రిమ సంపర్కము చేయుటకు, మంచి సాంకేతిక నిపుణత్వము అత్యవసరము. దానికి, తగు శిక్షణ పొందవలయును.

2. మంచి ఆబోతులను ఎన్నుకోవటమందు తగు సామర్థ్యము ఉండవలయును.

3. ఆబోతునుండి ఇంద్రియమును సేకరించుటయందును, దానిని ప్రయోగశాలలో సమర్థంగా రసాయనిక సంయోగములు చేయుటయందు తగు సాంకేతిక శిక్షణ అవసరము.

4. ఆవులు, ఎదయండుండగా, మందలో కనుగొనుటమునకు అనుభవము అవసరము.

5. కృత్రిమంగా ఇంద్రియమును వాడుటకు పరికరములు, పరిసరములు, వ్యక్తులు, శుచిగా నుండి, పరిశుభ పరిస్థితులను కల్పించుటము ఎంతయో ముఖ్యమైన గమనిక.

పశువులలో ఎద లక్షణములు :

ఆడ పశువులలోని ‘అండాశయమందు’ ఉత్పత్తి యగు “ఇస్ట్రోజన్” హార్మోనువల్ల, వాటిలో కలుగు శారీరక లక్షణ సూచనలను ‘ఎద’ యందురు. ఇదియే పశువులకు ‘బుతు’ సమయము. అప్పుడు అది మగపశువును స్వీకరించి సంగమించును.

ఆవులలో మరియు గేదెలలో కనబడు కొన్ని ఎద సూచనలు :-

1. ఆడ పశువు నిలకడలేక చిరాకుగా నుండును.

2. ఆకలి తగ్గి పాలు తక్కువగా ఇచ్చును.

3. ఆడ పశువు, మందలో వదలినప్పుడు తోకను పైకెత్తి ఇతర ఆడ పశువును తలతో కుమ్మును.

4. ఎదయున్న పశువు ఇతర ఆడ పశువులపై గెంతును.

5. తరుచు, చిలికి, చిలికి, మూత్రము పోయును.

6. ఎదలోన్న గేదెలు, తరుచుగా అరచును. తలపైకెత్తి, అదో రకముగా నడుచును.

7. అరచేతితో తోకపై భాగమును తట్టిన ఎదలోనున్న గేదెలు నిలిచి మూత్రము పోయును.

8. పశువుయొక్క కరి వాచి, ఉబ్బును. దాని నుండి జిగురులాంటి నీరు తీగలుగా కాడును.

9. కరిని విప్పి పరీక్షించినచో అందుండు అమృతవపుపొర (mucous membrane). రక్త ప్రసారముచే ఎరుపుగా ఉబ్బి కనబడును.

10. ఎద యందుండు పశువు దగ్గరకు ఆబోతు వచ్చిన అది గమ్మున నిలిచి, ఆబోతుయొక్క మెడను, భుజములను నాకును.

**ఎదయొక్క కాలపరిమితి :**

ఎద యొక్క కాలపరిమితి వివిధ ఆడపశువులలో పాచ్చు తగ్గులుగా యుండును. పశువులకు ఇచ్చు ఆహారము, ఋతువులు, మందయందు మగ పశువుల సహచరము, మొదలగు అంశములయొక్క ప్రభావము, ఎద కాలపరిమితిపై యుండును. పశువులకు సమగ్రపోషక ఆహారమును తగుమోతాదులో ఇవ్వనిచో ఆరోగ్యము బాగాలేక ఎదకాలము చిన్నదిగా యుండును. చలి లేక వేడి తీవ్రంగా యున్నచో పశువుల ఎదకాలము తగ్గిపోవును. పశువులను మేయుటకు బయటకు వదలనిచో లేదా అవి ఆబోతులతో కలిసి తిరుగకున్నచోవాటి ఎదకాలము కొంతవరకు తగ్గిపాచ్చు వచ్చును. సామాన్యముగా పశువులలో ఎద 12 నుండి 24 గంటలవరకు యుండును. ఆవుల కన్న గేదెలలో ఎదకాలము ఎక్కువ (24 గంటలు). పెయ్యలు, మరియు లేత ఆవులలో ఎద కాలము తక్కువగా యుండును.

**కృత్రిమ సంవర్కము చేయు పద్ధతులు :**

వీర్యమును ఆవు యొనిలోనికి ఎక్కించుటకు రెండు పద్ధతులను అవలంబింపవచ్చును. అవి :

1. “స్పెక్యులం పద్ధతి”; 2. “రెక్టోవెజైనల్”. ఇందు మొదటి పద్ధతిలో స్పెక్యులం అను ఒక రకమైన పరికరము ద్వారా యోనిని తెరిచి ఒక సన్నని గాజు గొట్టముతో గర్భాశయము యొక్క ముఖ ద్వారమున ఇంద్రియమును వొడులుదురు. ఇది పురాతన పద్ధతి. ప్రస్తుతము ఇది అంతగా ఆచరణలో లేదు. ఇక రెండవ పద్ధతిలో శిషణ పొందిన నిపుణులు ఎడమచేతిని పశువు పురీషనాళములో దూరించి, గర్భాశయ ముఖద్వారమును (cervix) స్థిరముగా నిలిపి కుడిచేతితో సన్నని

గాజుగొట్టము (Glass catheter) తో ఇంద్రియమును తీసుకొని, యోనిలో గుండా పో చ్చి గర్భాశయ ముఖద్వారమునందు ఇంద్రియమును ఉంచెదరు. సంవర్కమునకు -మిల్లీలీటరు రసాయనిక ద్రవములతో చేర్చిన ఇంద్రియమును ఉపయోగింతురు. పశువునకు ఇంద్రియము (వీర్యము) రెండు దఫాలు-ఎడమధ్య కాలమున మరియు ఎద చివరి దశయందు - ఎక్కింతురు.

**ఆబోతు మరియు దున్నపోతు ఇంద్రియమును, రసాయనిక ద్రవములతో మిశ్రమించు పద్ధతులు :**

ఆబోతు లేక దున్నపోతు నుండి తీసిన వీర్యములో కొన్ని రసాయనిక పదార్థ ద్రవములను మిశ్రమించి 5 సెంటిగ్రేడు వరకు శీతలపరిచి, నిలువ యుంచెదరు. ఈ మిశ్రమించిన వీర్యములో ప్రతి ఆవునకు ఒక సి.సి. ఇంద్రియము ఎదకట్టుటకు వాడినచో చాలును. భారతదేశములో ఇంత వరకు కోడిగ్రుడ్డులోని పచ్చ సొనను (యోకును) కొన్నిరసాయనిక లవణములు సోడియం సిట్రేట్) తో కలిపి ఆబోతునుండి సేకరించిన ఇంద్రియముతో మిశ్రమించి వాడుచుండెడివారు. కాని ఈపద్ధతిలో మిశ్రమించిన వీర్యమును శీతలీకరించి, రెఫ్రెజిరేటర్ లో 5 సెం. ఉష్ణములో నిలువచేసి యుండవలసి వచ్చెడిది. మిశ్రమించిన వీర్యమును 2 లేదా 3 దినముల కన్న ఎక్కువ కాలం నిలువ చేసి యుంచుటకు వీలులేక యుండెడిది. ఎక్కువ కాలం నిలువచేసిన ఇంద్రియకణములు నిర్జీవము లగును. ఈ ఇక్కట్లవలన దూరప్రాంతములకు ఇంద్రియమును రవాణా చేయుటక వీలు ఉండదు. కాని ఈ మధ్యన కొత్తరకమైన మిశ్రకద్రవము కనుగొనబడినది. ఇందు పచ్చికొబ్బెరి నీరుతో వీర్యమును మిశ్రమించి వాడుదురు. దీనినే “కోకోనెట్ మిక్స్చురైజెడ్” యందురు. ఈ

రీతిగా మిశ్రమించిన వీర్యమును శీతలీకరి (Refri-  
gerator) యందు నిలువచేయవసరము లేదు. ఇది  
సాధారణ వాతావరణ వేడిమిని తట్టుకొని, చాలా  
దినముల వరకు సజీవముగా నిలిచియుండును.  
శీతలీకరణ అవసరములేకనే దూర ప్రదేశములకు  
సులువుగా రవాణా చేయవచ్చును. ఇది కనుగొనిన

కొలదికాలములోనే వేలాది అవులకు మరియు గేడె  
లకు వీర్యమును కృత్రిమంగా ఈ పద్ధతి ద్వారా  
సంపర్కము చేసి సత్ఫలితములు పొందబడినవి.

ఆంగ్లమున. డా॥ జి. పి. శర్మ

తెనుగున. డా॥ యం మహేందర్

## 151. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో గొట్టెల పరిశ్రమ

అహారం కోసం గొట్టెలను మానవుడు మచ్చిక  
చేసుకొన్నాడు. పాక్ పశ్చిమ దేశాలలో గొట్టెల  
పెంపకం, ఉన్న ఉపయోగాలు నాగరికతా చిహ్నాలు.  
మన దేశంలో ఈ పరిశ్రమ చరిత్ర కందని కాలము  
నుండి, ఉన్నత దశలో ఉన్నది. కాని నానాటికి  
దిగజారే స్థితికి వచ్చింది.

ఎక్కువగా పల్లె ప్రాంతములలో నివసించే  
జనాభాగల ఆంధ్రప్రదేశ్ లో ప్రతి నాల్గవవానికి  
ఒక గొట్టె చొప్పున 80 లక్షల గొట్టెలున్నాయని  
అంచనా. గొట్టెల్ని మేపే వారితోపాటు కంబళ్ళు,  
తివాసీ, నేతగాళ్ళు కొన్ని లక్షల మంది ఈ పరి  
శ్రమపై ఆధారపడి ఉన్నారు.

**ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో గొట్టెల రకాలు :**

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో మాంసపురకము(కొండ)గొట్టెలు,  
ఉన్నిరకము (కురమ) గొట్టెనే రెండు రకాలు  
న్నాయి. దేశ నైసర్గిక పటాన్ని పరిశీలిస్తే రాష్ట్రా  
కిని మధ్యస్థముగా ఉన్న పర్వత ప్రాంతమున  
కిరువైపులా చెరిసగము గొట్టెలున్నాయని తెలు  
స్తోంది. సమశీతోష్ణస్థితి కల్గి చెమ్మ ఎక్కువగా  
ఉండే తూర్పు ప్రాంతంలో మాంసరకపు (కొండ)  
గొట్టెలు తక్కువ.

**1. ఉన్నిరకపు (కురమ) గొట్టెలు :**

వీటిని కురమ గొట్టెలు అంటారు. దక్కను

లేక బళ్ళారి జాతి గొట్టెలు వీటికి చెందినవి. వీటి  
ఉన్నికంటే నాసిరకపు ఉన్ని నిచ్చే దేశాశీరకపు  
గొట్టెలు కృష్ణా, గుంటూరు, పశ్చిమ గోదావరి  
జిల్లాల్లో కొన్ని ప్రాంతాల్లో ఉన్నాయి.

కర్నూలు, అనంతపురం మహబూబ్ నగర్,  
హైదరాబాద్, మెదక్, కరీంనగర్, నల్గొండ,  
నిజామాబాద్ జిల్లాల్లో దక్కన్ (బళ్ళారి) గొట్టె  
లున్నాయి.

నల్లరంగు ఎక్కువగాను గోధుమ వర్ణము మొద  
లయిన ఇతర చాయలు చెరుగుగాను ఈ జాతిలో  
కనిపిస్తాయి. ఈ గొట్టెలనుండి కంబళ్ళకు, తివాసీలు  
నేసేందుకు మాత్రమే పనికివచ్చే ఉన్ని మాత్రమే  
వస్తుంది. గొట్టెపిల్లం ఉన్ని, కప్పుకొనే కంబళ్ళకు  
మాత్రమే పనికి వస్తుంది.

**II. మాంసపురకపు (కొండ) గొట్టెలు :**

తూర్పు కోస్తా ప్రాంతములో ఇవి ఎక్కువ.  
ఉన్ని ఉత్పత్తి శూన్యము. అజాగళ స్తనాలు కూడ  
ఉంటాయి. ఇవి మేకను పోలి ఉంటాయి రొమ్ము,  
పిరుదులు, మూపుర భాగములో దీర్ఘరోమా  
లుంటాయి. పొద్దేశ్వలో ఇవి ఎక్కువగా వుంటాయి.  
శరీరముపై ముతక రోమాలుండి వాటికింద  
సన్నని ఉన్నివంటి రోమాలుంటాయి ఎక్కువగా  
ఎరుపు కలిగి ఉంటాయి. కొండల్లోని అడవుల్లో

మచ్చికాని గొట్టెల్లో కూడ ఇలాంటి రంగు వుంటుంది. అందువల్ల వాటిని కొండగొట్టెలని కూడా అంటారు. నెల్లూరు, గుంటూరు, కృష్ణ, కడప, ఖమ్మంమెట్టు, ఆదిలాబాద్, మహబూబ్ నగర్ జిల్లాలలోని ఆత్మహరు తాలూకా, కరీం నగరు జిల్లా లోని మంథిన్ తాలూకా లోను, నల్గొండ తూర్పు తాలూకాల లోను ఎత్తైన గొట్టెలుంటాయి. వీటిని నెల్లూరు జాతి అంటారు మన దేశంలో నున్న వాటన్నిటిలోకి ఇవి ఎత్తైన గొట్టెలు. వీటికంటే కురచగా ఉన్న గొట్టెలు విశాఖ, శ్రీకాకుళం జిల్లాల్లో ఉన్నాయి.

శ్రీకాకుళం జిల్లాల్లో “రాసకీ మండీ” అనబడే పొట్టిగా ఉండే మరొక రకం గొట్టెలు. కూడ వున్నాయి. నెల్లూరు జిల్లాలో ఎఱుపు, తెఱపు, ఎరుపో తెఱపో ఉండి కాళ్ళలోపలి భాగముపొట్టి కింద నలుపు రంగున్న జోడింపు గొట్టెలనబడే మూడు రకాలున్నాయి. పొట్టేళ్ళు 70 కిలోలున్నవి కూడాఉన్నా, గొట్టెలు 20 లేక 25 కిలోలుమించవు.

మన రాష్ట్రంలో గొట్టెల పరిశ్రమ వలన ఆదాయపు టంచనాలు (80 లక్షల గొట్టెల వలన):

మాంసము 16 000 టన్నుల ఖరీదు,  
రూ. 12 80 లక్షలు

ఉన్ని 236 టన్నుల ఖరీదు,  
రూ. 114 లక్షలు

19 లక్షల చర్మాలు టన్నుల ఖరీదు,  
రూ. 127 లక్షలు

ఎరువు, ఎముకలు ఖరీదు  
రూ. 680 లక్షలు

ఇతర రాష్ట్రాలకు ఎగుమతి  
అవుతున్న 10 లక్షలు  
గొట్టెల ఖరీదు } రూ. 500 లక్షలు

మొత్తం రూ 2651 లక్షలు

ఆనగా ఒక గొట్టెలన సుమారు 80 రూపాయలు ఆదాయము మాత్రమే వస్తుంది. విదేశాల్లో ఒక గొట్టె వల్ల వచ్చే వున్న వల్లనే ఈ ఆదాయము వస్తూ వుండే, మన రాష్ట్రములో గొట్టెల ఉత్పాదన శక్తి ఎంత మాత్రమో తెలిసికొనవచ్చును.

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో వున్న గొట్టెల సంఖ్యతో పోలిస్తే వాటివలన వచ్చే ఆదాయము చాల తక్కువ. ఈ పరిశ్రమపై ఆధారపడిన లక్షలాది జనాభా యొక్క ఆర్థికాభివృద్ధి కొరకు పశుజనిత మాంసకృత్తుల కొరత తీర్చుటకును, ఉన్ని, కంబళ్ళు చర్మాల ఆమ్మకం ద్వారా విదేశ మారక ద్రవ్యమునంపా దించుటకును, వ్యవసాయయోగ్యము గాని భూముల్లో పెరిగే తుప్పలు మొదలయిన వాటిని మాంస వినియోగాని కనువుగా చేయుటకును గొట్టెల పెంపకము అవసరం. వాటి ఆదాయాన్ని ఎక్కువ చేయడానికి కృషి చేయడం తప్పనిసరి. నాగరికత పెరిగే కొలదీ మాంసము, వున్న, వినియోగము ఎక్కువ అవుతోంది. దిగుబడులు అభివృద్ధి చెందితే ఇంకా ఎక్కువ మందికి ఉపాధి కలుగచేసే మాంసోత్పత్తి కర్మాగారాలు, ఉన్ని వస్తువుల తయారుచేసే కర్మాగారాలు ఎక్కువగా ఏర్పాటు చేయవచ్చు.

ప్రపంచంలో ఏ ఇతర దేశాల్లోనైనా ఈ పరిశ్రమ చరిత్రను పరికించితే మాంసము దిగుబడికిన్నీ ఉన్ని ఉత్పత్తికిన్నీ మెరిసో గొట్టెలను, ఇంగ్లీషు జాతి గొట్టెలను ఎక్కువ సంఖ్యలో దిగుమతి చేసుకొని, ఆ పరిశ్రమ దిగుబడులను అధికము చేసినట్లు తెలుస్తోంది. గొట్టెలు తిరిగేటందుకు కావలసిన భూమి లేని జపాను లాంటి దేశాల్లోకూడా సగటు దిగుబడులను దిగుమతి చేసుకున్న గొట్టె ద్వారానే ఎక్కువ చేసికొన్నారు.

మన దేశములో గుజరాతు, రాజస్థాన్, కాశ్మీరు రాష్ట్రాలు గొట్టెల సంఖ్యలోగాని ఆ పరిశ్రమపైగాని ఆధారపడిన జనాభాదెక్కలోగాని మన రాష్ట్రముతో

సమానముగా ఉన్నాయి. 49 ప్రభుత్వవాటాలున్న అఖిల భారత ఉన్నీమిల్లుల సమాఖ్య 51% వాటాలున్న కలిగిన గొట్టెలఉన్నీ అభివృద్ధి సంస్థ ఒక లిమిటెడ్ సంస్థగా ఏర్పాటు చేసి ఆ సంస్థను ఆధ్వర్యంలో సోవియట్ మెరీనో గొట్టెలను వేల సంఖ్యలో దిగుమతి చేసుకుని గుజరాత్ రాష్ట్రంలో గొట్టెలఉన్నీ, మాంసపు దిగుబడులను అధికము చేసికొంటున్నారు.

**మన రాష్ట్రములో ఈ పరిశ్రమాభివృద్ధితై ఇంతవరకు జరిగిన కృషి :**

మాండ్యా జాతి గొట్టెల్ని కర్ణాటక రాష్ట్రము నుండి, బీసీరు జాతి గొట్టెల్ని రాజస్థాన్ నుండి, నీలగిరి గొట్టెల్ని తమిళనాడు నుండి మన రాష్ట్రములోని గొట్టెల ఉత్పత్తిని పెంపుచేయటానికై దిగుమతి చేసిన ప్రయత్నములో నీలగిరి జాతి మినహా మిగతా రెండురకాలు బాగా ఆపేక్షింపబడినాయి. అయినను అభివృద్ధి పథకాలు అంతంత మాత్రములోనే ఆగిపోయాయి.

1965 వ సంవత్సరములో సోవియట్ మెరీనో గొట్టెలను న్యూజిలాండ్ రాష్ట్రము మాథ్ గొట్టెల్ని కొద్ది సంఖ్యలో తెచ్చి రాజేంద్రనగర్ లో పెంచారు. సోవియట్ మెరీనోలున్న వీటి సంకరమువలన కల్గిన సంతతియున్న రాష్ట్రమాథ్ గొట్టెల కంటే చాలాఉన్నాయి. కేంద్రప్రభుత్వం పూర్తి ఆర్థిక సహాయంతో కొన్నివేల తెల్లరంగు గొట్టెల్ని బోగుచేసి వాటిని 'కాండిలు' పొడేశ్వతో దాటించి మిశ్రమజాతి పొడేశ్వను పంచిపెట్టాలని పెద్ద పెట్టున ప్రాదరాబాద్ దగ్గరనున్న మామిడిపల్లెలో గొట్టెల ఫారాన్ని ఏర్పాటు చేశారు.

నెల్లూరు మాండ్యా గొట్టెల్ని సపోకు, డార్నెట్ జాతి పొడేశ్వతో దాటించి ఆరుమాసాల వయస్సులో 30 కిలోలు బరువుగల గొట్టె పిల్లల్నిచ్చే జాతిని ఉత్పత్తి చేయడానికి అఖిలభారత వ్యవసాయ

సమాఖ్య సహాయంతో పలమనేరులో నున్న ఆంధ్ర ప్రదేశ్ వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయ పరిశోధన క్షేత్రములో ఒక పథకాన్ని అమలు చేస్తున్నారు. ఈ రెండు బృహత్ప్రణాళికలు ప్రాథమిక దశలోనే ఉన్నాయి.

**ఇకముందు జరగవలసిన కృషి :**

మన రాష్ట్రములో ఇంతవరకు చేసిన పయత్నము ప్రభుత్వ ద్రవ్యనిధులు పరిమితముగా ఉండటంచేత గొట్టెల పరిశ్రమలో నున్న వారు నోరు లేని వారగుటచేత అవసరమైనదాంట్లో అవగింజలో  $\frac{1}{2}$  భాగం కూడా అమలు జరగలేదు. గుజరాతు రాష్ట్రమును మార్గదర్శకముగా తీసుకొని గొట్టెల అభివృద్ధి కార్పొరేషన్ను ఏర్పాటుచేసి అవసరమైన వసతులను సమకూర్చిన యెడల శ్రీమగ్గతిని ప్రగతి సాధింపవచ్చు. నిరంతర షామపీతాలైన రాయల సీమ తెలంగాణా ప్రాంతాల్లోని కోస్తాజిల్లాలోని మెట్ట ప్రాంతాలలోని విత్తనపు పొడేశ్వను ఎక్కువ సంఖ్య ఉత్పత్తిచేయడం అవసరము. మెరీనో, సపోకు, డార్నెట్ జాతిగొట్టెలను ఎక్కువ సంఖ్యలో దిగుమతి చేసికొని విత్తనపు పొడేశ్వ ఉత్పత్తికొరకై నిపుణుల సహాయంతో నడుపబడే ఇప్పటి క్షేత్రాల్లో పెంచాలి. ఈ క్షేత్రాల కనుబంధముగా వివిధ ప్రాంతాల్లో క్షేత్రాల నేర్పాటుచేసి ఆ క్షేత్రాల్లో రాయలసీమ తెలంగాణా ప్రాంతాలలోని దక్కను జాతితో విదేశ పొడేశ్వను దాటించి మిశ్రమ (సంకర) జాతి పొడేశ్వను ఉత్పత్తిచేసి ఆ పొడేశ్వను గ్రామాల్లోని మందలలో గొట్టెలపై దాటించాలి. ఈ కార్యక్రమము అమలుచేసే ముందు ఉత్పత్తి చేయటానికి సహకరించే కామందుల పేళ్లను నమోదుచేసికొని, వారి గొట్టెల కవసరమైన వ్యాధి నిరోధక చర్యలు, ఆ గొట్టెలపై దాటుటకు కావలసిన విత్తనపు పొడేశ్వ సంఖ్యను తెలిసికోవాలి. కార్పొరేషను గాని ప్రభుత్వముగాని గొట్టెల పెంపకములోను, మాంసము, ఉన్నీ ఉత్పత్తి వాణిజ్యాల

లోను పూర్తి సహకారమును నిపుణుల సిబ్బంది ద్వారా ఏర్పాటు చేయాలి.

ప్రాంతీయ క్షేత్రాలద్వారా ప్రతి ఐదువేల గొట్టెలకొక కృత్రిమ గర్భధారణ కేంద్రాన్ని ఏర్పాటుచేసి తద్వారా మేలుజాతి పౌడేళ్ల పీర్వాన్ని సరఫరా చేయవచ్చు. ఆవసరమైన సంఖ్యలో విదేశపు, పౌడేళ్లు దొరికటానికి ఆలస్యమవుతుందనుకుంటే ఎన్నోక చేసిన కాశ్మీరు, మెరీనో పౌడేళ్లను గాని, బికనీరు జాతి పౌడేళ్లనుగాని దక్కను గొట్టెలను దాటించుటకున్న, తెల్లరంగున్న దక్కను పౌడేళ్లను తూర్పు ప్రాంతాలలో ఉన్న గొట్టెలపై దాటింకటానికిన్నీ ఉపయోగిస్తే అనతికాలంలోనే మన రాష్ట్రంలో ఉత్పత్తయ్యే ఉన్నిని రెట్టింపు చేయటానికి అవకాశముంటుంది. ఈ సంకరమువల్ల మాంసోత్పత్తి కూడా ఎక్కువ కావచ్చు. అధికాహారోత్పత్తి ప్రణాళికల్లో అధిక మాంసోత్పత్తి ప్రణాళికలకు ముఖ్యస్థాన మివ్వనివాడు పశుజనిత మాంసకృత్తులకు కరివు అనివార్యము, అనంతము.

**మేత సౌకర్యాలెక్కువ చేయాలి :**

మంచి విత్తనముతోబాటు పోషక పదార్థాలన్న మేత వలనకూడా దిగుబడు లభింపవచ్చుతాయి. రాను రాను గ్రామ పరిసరాల్లోని బంజరులు చిట్టడవులు వ్యవసాయాని కుపయోగించుటవల్ల గామ పరిసరాల్లో వుండే మేతభూములు తగ్గిపోతున్నాయి. అడవులలో దొరికే గడ్డి ముతగగా వుండుటవలన ఎక్కువగా మేయవు. ముతక రకాల బదులు మెత్తగా వుండే బెంగాలీ, అంజన్ రకాలగడ్డినీ, సీరాట్రో మొదలగు మాంసకృత్తులుండే గడ్డిరకాలను అడవుల్లో వ్యాపింపజేస్తే మేతకొరతను కొంతవరకు తగ్గించే అవకాశముంది.

మాంసము ఉన్న దిగుబడులు ఎక్కువ కావాలన్నా, పుట్టిన పిల్లలన్నీ ఎక్కిరావాలన్నా మేతలో లేని పోషక పదార్థాలు ముఖ్యముగా మాంసకృత్తులు

లభించే చేతి మేపు అవసరము. ఉలవలు, వేరుశనగ పిండి మొదలైన వాటిల్లో ఇవి ఎక్కువ. లవణమిశ్రమం మేపటం ద్వారా లవణ లోపాన్ని అధిగమించవచ్చు గొట్టెలకు కడ్డే ముందు ఒకనెల, ముదురు చూలులో రెండు నెలలు, పాలువిడిచే వరకు చూడు లేక నాలుగు నెలలు దాజా విశ్రమము మేపటంవలన ఉత్పాదన శక్తి అధికమవుతుంది. పిల్లలు గట్టివై బాగా మన్నుతాయి.

**తోటల్లో గొట్టెల్ని పెంచవచ్చు :**

ద్రాక్షతోటలు, మామిడి కొబ్బరి తోటలు గొట్టెల్ని పెంచటానికి చాలా ఉపయోగకరమైనవి. తోటల్లో గొట్టెల పెంపకమువలన కలుపుతీత ఖర్చులు తగ్గడమేకాక వేరేపెట్టుబడి లేకుండా ఆదాయాన్ని అధికము చేసికోవచ్చు.

**కొట్టంలో గొట్టెల్ని మేపితే దిగుబడి ఎక్కువ అవుతుంది :**

మేతకు ఉపయోగపడే భూములు తగ్గిపోతున్న కారణంవల్ల గొట్టెల పెంపకంలో కొత్తముపుల్ని తొక్కాలి. కోళ్ళపెంపకములో కొట్లలో కొక్లను మేపటం ఎంతలాభదాయకమో, గొట్టెల్ని మేపడం కూడా అంత లాభదాయకమే.

**గొట్టెలు కట్టటానికి అనువైన ఋతువులు:**

తొలకరి ఒకనెల ముందునుండి పౌడేళ్లను గొట్టెల్ని బాగా మేపితే ఎక్కువ సంఖ్యలో కడ్డి, వానలు వెనుకపడిన తరువాత పిల్లలు పుడుతాయి. ఈ కారులో పుట్టిన పిల్లలు ఎక్కువ ఎదుగుతాయి. ఉగాది ముందుదాకా పచ్చిమేత బాగా దొరుకుతుంది కాబట్టి గొట్టెపిల్లలు బాగా ఉంటాయి. జన్మాష్టమి పరిసరాల్లో (ఆగష్టు), తుమ్మ కాయల కాలంలో (ఫిబ్రవరి-మార్చి), మొదటి కారులో మాడ గొట్టెలు కడతాయి, కాని పిల్లలు పుట్టేటప్పటికి మేత ఎండిపోయి తక్కువగా ఉండటంవలన పిల్లల

పెంపకము కష్టము. పొడేశ్వరుని దాటటానికి ఉపయోగించేవుడు తప్ప మిగిలిన కాలాల్లో విడిగా మేపాలి. లేకపోతే మందని మేయనీయకుండా బెదరకొడుతూ ఉండటమే కాకుండా సంవత్సరము పొడుగునా పీల్లలు పుట్టటమువలన మంద దెబ్బ తింటుంది. అమ్మమాపే పిల్లలు అనేక సైజులలో ఉండటమువలన తక్కువ ధర పలుకుతుంది.

### గొట్టెల ఎన్నిక:

గొట్టెలమంద కామందుకు ధనం, మందకి మూలధనం పొడేశ్వరు! పొడేశ్వరు గంభీరంగా మగతనం కొట్టవచ్చినట్లుగా ఉండాలి. పొడేశ్వరు పొడేశ్వరు మందకు చేటు. కొమ్ములు వెడల్పుగా ముందుకు మెలి తిరిగి వుండాలి. చిన్న కొమ్ములు, పగిలిన కొమ్ములు, పల్చని కొమ్ములు బలహీనతకు చిహ్నములు. కళ్ళు నిర్మలంగా గులాబి ఎరుపు రంగులో ఉండటము ఆరోగ్య లక్షణము ముక్కు వెడల్పుగా శుభ్రముగా ఉండాలి. జబ్బులు, తొడలు, మెడపక్కలు బాగా కండపట్టి బలిష్ఠంగాను, ఛాతి లోతుగాను ఉండాలి. బానిసపొట్ట ఊదరపొట్ట ఉండే పొడేశ్వరు మందలో ఉండరాదు. వెన్నుపట్టి వెడల్పుగా కొవ్వపట్టి వుండాలి. పక్క ఎముకలు విచ్చుకొంటే బలంగల పొడేశ్వరున్నమాట.

దూరంనుంచి చూస్తే మొండెం దీర్ఘచతురస్రాకారపు మాంసపు ముద్దలాగా కనబడితే మంచి పొడెలన్నమాట. ఉన్ని శరీరమంతటా కప్పి వుండాలి పిచ్చలు అంతగట్టిగా కాకుండా మెత్తగా కాకుండా వృషణకోశములోకి దిగివుండాలి. వృషణకోశములోనికి దిగనియెడల దాటడానికి పనికిరాదు. వంశపారంపర్య వ్యాపించే దుర్లక్షణాలలో ఇదొకటి. శిశ్నమందు దారపుపోగవలె ఉండే సన్నని గొట్టం వీర్యవాహకాని కుపయోగిస్తుంది. ఇదిలేని పొడేలు దాటడానికి ఉపయోగపడదు. నాలుగు అయిదు ఈతలు తర్వాత

గొట్టెల్ని మందలో ఉంచడము అనర్థకరము. పిల్లలు పెట్టినపుడు, పాలిడిచిన తర్వాత, కారు పిల్లల్ని వాటి తూకమును బట్టి పెరుగుదలను బట్టి ఏరివేయాలి. విత్తనాని కుపయోగించే పిల్లల్ని ఎన్ని, మిగిలిన వాటి పిచ్చలు నొక్కివేయాలి. వీరియితే విజితీని కోతకు తయారుచేస్తే ఎక్కువ ధరపలుకుతుంది. మంచి గొట్టెల నెంచి పనికిరాని వాటిని ఏరివేయకపోతే ఖర్చు ఎక్కువై కామందు ముందుకురాదు. వర్షాకాలంలో గిట్టలు మెత్తబడి వికృతంగా పెరిగి వుంటాయి. వీటిని కోసివేయక పోతే ఆ గొట్టెలుమందలో నడవలేక వెనుకబడి మేతసరిగా తినవు. వికృతంగా ఎదిగిన గిట్టల్ని కోసివేయాలి.

### ఉన్ని క త్తిరింపు:

ప్రకృతి నిర్ధంగా విపరీత వాతావరణాల నుండి రక్షణ నిచ్చేందుకై ఏర్పాటైన ఉన్నిని తన ఉపయోగానికై కత్తిరించే ఉపాయమును మానవుడు కనుగొన్నాడు. సంక్రాంతిపుడున్న తొంకరికి ముందున్న పెద్దవాటిని, దసరాలపుడు, ఉగాదపుడున్న పిల్లల్ని కత్తిరించటం మన రాష్ట్రపు అలవాటు. వాతావరణంలో తేమవలన మేతలో తేడా వలన ఉన్ని విరిగి రాలిపోతుంది. అలా రాలినిరుపయోగం కాకుండా కత్తిరించుకుంటారు. కత్తిరించడానికి మన రాష్ట్రంలో నాటు కత్తెరలుయోగిస్తారు. ఈ నాటు కత్తెర ఇనుముతో చేయటంవల్ల బరువుగా వుండి కత్తిరించేవాడి చేతులకున్న, గొట్టెవంటిపై నన్ను వుండ్లు కలుగుతాయి. దిగుబడికూడా రావలసినంత ఉండదు. ఉక్కు కత్తెరిలతోగాని, మిషన్ల సహాయంతోగాని ఉన్ని కత్తిరిస్తే దిగుబడి సునాయనంగా దిగుబడికృతమవుతుంది.

### మాంసోత్పత్తి :

ప్రస్తుతం స్థానిక సంస్థల ఆధ్వర్యంలో నడుస్తున్న కసాయిశాలలను అధునాతనంగా ఏర్పాటుచేసి



నిపుణుల సహాయ సహకారములతో కోత గొట్టెల్ని తరగతులుగా విభజించి గ్రేడ్ చేయాలి. ఉన్ని, మాంసాల ఉత్పత్తే కాకుండా పెల్టు (Felt) పరిశ్రమ కూడా వృద్ధిచేయవచ్చు. పెల్టుల పలన మన దేశములో బోపీలు చేయుటయేగాక కాక విదేశాల కెగుమతిచేసి విలువైన విదేశమారక ద్రవ్యమును ఆర్జించవచ్చును.

**ఉపసంహారము :**

ఉన్ని మాంసముల దిగుబడి నెక్కువ చేయడా

డా॥ వి. శ్రీరామమూర్తి

## 152. గొట్టెల్లోవచ్చే రోగాలు-వాటి నిరోధకోపాయాలు

గొట్టెలు నేలకానుకొని వుండే గడ్డిని కూడా అంటకొరికి మేస్తాయి. వీటి పైపెదవి కొంచంగా చీలి వుంటువలన నేలకు దగ్గరగా మేయటానికి అవకాశముంది. ఇలా మేసినప్పుడు పచ్చికతోపాటు మట్టిని, దానితో సూక్ష్మజీవుల్ని, పురుగుల స్రుగ్ధనూ, పురుగు పిల్లల్ని, కూడా మ్రింగతాయి. ఇందువలన ఇతర రకాల పశువుల్లోకంటే గొట్టెల్లో సూక్ష్మజీవులవలన, పురుగులవలన, కలిగే బెడద ఎక్కువ.

**సూక్ష్మజీవుల వలన కలిగే రోగాలు :**

సూక్ష్మజీవులు, సూక్ష్మాతి సూక్ష్మజీవులు, కలిగించే రోగాలలో కొన్ని అంటువ్యాధులున్నాయి. అంటువ్యాధులు కాని రోగాలు కూడా వున్నాయి.

ఈ రోగాల్లో చీటుకరోగము, దొమ్మవ్యాధి, గొంతువాపు, అమ్మవాపు (మశూచి), గాలిపంటు చీడపొరుడు మొదలైనవి ముఖ్యమైనవి ఇవి గొట్టెల్లో ఎక్కువ నష్టాన్ని కలుగజేస్తున్నాయి.

**1. చీటుక రోగము (తిరుగుడు రోగము)**

(Enterotoxaemia) :

(44)

సికి చెప్పిన కొత్త పద్ధతులలో కొన్నింటినైనా అమలులోకి తేగలిగితే అర్థికంగా వెనుకబడిన గొట్టెలకామందుల స్థితి మెరుగై తిండి బట్టలకు మూలపదార్థములైన ఉన్ని మాంసముల, దిగుబడిని, అర్థికమైన మన అపసరాలవరకైనా పొందగలుగుతాము; పశు జనిత మాంసకృత్తుల కొరత తగ్గుతుంది.

మనుష్యుల్లో ధనుర్వాతము కలిగించే సూక్ష్మజీవి లాంటి సూక్ష్మజీవివలన ఈ రోగం కలుగుతుంది. వేసవిలో బాగా ఎండిన బీళ్ళు మేస్తూ, తొలకరించగానే పచ్చబుద్ద పచ్చికను ఎక్కువ అసక్తితో మేయటం వలననూ, శీతాకాలంనుండి వసంతోదయంతో పచ్చ గడ్డి ఎండటానికి మొదలయ్యేప్పుడవరకు మేసే గడ్డి వలననూ, ఈ వ్యాధి కలుగుతుందని నమ్మకం.

మేతలో మార్పు రావటంతో గొట్టెల్లో వ్యాధి నిరోధకశక్తి తగ్గుతుంది. అప్పుడు నిరంతరం గొట్టెల కడుపులో వుండే ఈ సూక్ష్మజీవులు వ్యాధికారక ద్రవ్యాన్ని వెళ్ళగ్రక్కుతాయి. ఆ వ్యాధికారక ద్రవాలవలన విపరీతమైన జ్వరం వచ్చి గొట్టెలు గిరాగిర విపరీతంగా వణికి, ఎగిరిపడి, చచ్చిపోతాయి. ఆరోగ్యంగా వుండే కొదమ గొట్టెల్లోను పొడ్యెళ్ళల్లోను వ్యాధి ఎక్కువగా వస్తుంది. వ్యాధి సోకిన గంట, రెండు గంటల్లో చనిపోతాయి. ఈ ఋతు సందికాలాల్లో గొట్టెల్లో పురుగుల పెరుగుదల ఎక్కువగా వుండటంవలన కూడా వ్యాధి నిరోధక శక్తి తక్కువ కావటానికి అవకాశముందని చెప్పవచ్చు. ఈ వ్యాధి సోకిన మందల్లో నష్టాలు విప

నిపుణుల సహాయ సహకారములతో కోత గొట్టెల్ని తరగతులుగా విభజించి గ్రేడ్ చేయాలి. ఉన్ని, మాంసాల ఉత్పత్తే కాకుండా ఫెల్టు (Felt) పరిశ్రమ కూడా వృద్ధిచేయవచ్చు. ఫెల్టుల పలన మన దేశములో బొప్పీలు చేయుటయేగాక కాక విదేశాల కెగుమతిచేసి విలువైన విదేశమారక ద్రవ్యమును ఆర్జించవచ్చును.

**ఉపసంహారము :**

ఉన్ని మాంసముల దిగుబడి నెక్కువ చేయడా

డా॥ వి. శ్రీరామమూర్తి

## 152. గొట్టెల్లోవచ్చే రోగాలు-వాటి నిరోధకోపాయాలు

గొట్టెలు నేలకానుకొని వుండే గడ్డిని కూడా అంటకొరికి మేస్తాయి. వీటి పైపెదవి కొంచంగా వీలి వుంటువలన నేలకు దగ్గరగా మేయటానికి అవకాశముంది. ఇలా మేసినప్పుడు పచ్చికతోపాటు పుట్టిని, దానితో సూక్ష్మజీవుల్ని, పురుగుల గ్రుడ్లను, పురుగు పిల్లల్ని, కూడా మ్రింగుతాయి. ఇందువలన ఇతర రకాల పశువుల్లోకంటే గొట్టెల్లో సూక్ష్మజీవులవలన, పురుగులవలన, కలిగే బెడద ఎక్కువ.

**సూక్ష్మజీవుల వలన కలిగే రోగాలు :**

సూక్ష్మజీవులు, సూక్ష్మాతి సూక్ష్మజీవులు, కలిగించే రోగాలలో కొన్ని అంటవ్యాధులున్నాయి. అంటవ్యాధులు కాని రోగాలు కూడా వున్నాయి.

ఈ రోగాల్లో చిటుకరోగము, దొమ్మవ్యాధి, గొంతువాపు, అమ్మవారు (మహుచి), గాలిబంటు చీడపారుడు మొదలైనవి ముఖ్యమైనవి ఇవి గొట్టెల్లో ఎక్కువ నష్టాన్ని కలుగజేస్తున్నాయి.

**1. చిటుక రోగము (తిరుగుడు రోగము)**

(Enterotoxaemia) :

నికి చెప్పిన కొత్త పద్ధతులలో కొన్నింటినైనా అమలులోకి తేగలిగితే ఆర్థికంగా వెనుకబడిన గొట్టెలకామందుల స్థితి మెరుగై తిండి బట్టలకు మూలపదార్థములైన ఉన్ని మాంసముల, దిగుబడిని, ఆర్థికమైన మన ఆపసరాంవరకైనా పొందగలుగుతాము; పశు జనిత మాంసకృత్తుల కొరత తగ్గుతుంది.

మనుష్యుల్లో ధనుర్వాతము కలిగించే సూక్ష్మజీవి లాంటి సూక్ష్మజీవివలన ఈ రోగం కలుగుతుంది. వేసవిలో బాగా ఎండిన బీళ్ళు మేస్తూ, తొలకరించగానే పచ్చబుడ్డ పచ్చికను ఎక్కువ అసక్తితో మేయటం వలననూ, శీతాకాలంనుండి వసంతోదయంతో పచ్చ గడ్డి ఎండటానికి మొదలయ్యేప్పటివరకు మేసే గడ్డి వలననూ, ఈ వ్యాధి కలుగుతుందని నమ్మకం.

మేతలో మార్పు రావటంతో గొట్టెల్లో వ్యాధి నిరోధకశక్తి తగ్గుతుంది. అప్పుడు నిరంతరం గొట్టెల కడుపులో వుండే ఈ సూక్ష్మజీవులు వ్యాధికారక ద్రవ్యాన్ని వెళ్ళగ్రుక్కతాయి. ఆ వ్యాధికారక ద్రవాలవలన విపరీతమైన జ్వరం వచ్చి గొట్టెలు గిరాగిర విపరీతంగా వణికి, ఎగిరిపడి, చచ్చిపోతాయి. ఆరోగ్యంగా వుండే కొదమ గొట్టెల్లోను పొచ్చేళ్ళల్లోను వ్యాధి ఎక్కువగా వస్తుంది. వ్యాధి సోకిన గంట, రెండు గంటల్లో చనిపోతాయి. ఈ ఋతు సంధికాలాల్లో గొట్టెల్లో పురుగుల పెరుగుదల ఎక్కువగా వుండటంవలన కూడా వ్యాధి నిరోధక శక్తి తక్కువ కావటానికి అవకాశముందని చెప్పవచ్చు. ఈ వ్యాధి సోకిన మందల్లో నష్టాలు విప

రీతంగా కలుగుతాయి తగిన చికిత్స చేయటానికి వ్యవధియే వుండదు.

ఈ వ్యాధి నిరోధకానికి ఋతుసంధులకు రెజెల్ల ముందుగా ఒకసారి, ఆరు వారాల ముందుగా రెండోసారి టీకాలు వేయిస్తే వ్యాధి ఉండి రక్షణ కలిగే అవకాశముంది.

## 2. దొమ్మ వ్యాధి (రక్త దొమ్మ వ్యాధి) (Anthrax):

కొన్ని ప్రాంతాల్లో ముఖ్యంగా నల్లనేలల్లో ఎక్కువగా ఈ వ్యాధి వస్తుంది. వ్యాధి సోకిన గొట్టెల ముక్కునుండి, గుదమునుండి నురుగు నురుగుగా రక్తం రావడం కద్దు. ఇందువల్ల అకస్మాత్తుగా చనిపోతే దొమ్మ వ్యాధినే అనుకోవాలి. చనిపోయిన గొట్టె చెవి నుండి రక్తాన్ని తీసి పరీక్షచేయిస్తే రోగ నిదానం చేయవచ్చు. చనిపోయిన గొట్టె యొక్క చర్మాన్ని పీయకుండా అవశంగానే లోతుగా పూడ్చి సున్నం వత్తుగా చల్లాలి.

నిరోధానికి, వ్యాధిసోకిన ప్రాంతాల్లో మాత్రమే గొట్టెలకు టీకాలు వేయించాలి.

## 3. గొంతువాపు (Haemorrhagic Septicaemia):

ఈ వ్యాధికి చెందిన సూక్ష్మజీవులు గొట్టెల శ్వాస నాళం నంటిపెట్టకొనే ఉండి వ్యాధినిరోధక శక్తి తగ్గినప్పుడు విజృంభించి, న్యూమోనియా కలుగ చేయడం వలన, గొంతు వాయుడంవల్ల మరణాన్ని కలుగుజేస్తాయి. వాతావరణంలో భేదం వచ్చినప్పుడు వ్యాధినిరోధక శక్తి తగ్గుతుంది. వర్షాలు మొదలు కావడానికి కొంతముందు టీకాలు వేయించటం వలన ఈ వ్యాధి సరికట్టవచ్చు.

## 4. రక్తవిరోచనాలు (Lamb dysentery):

గొట్టెపిల్లల్లో రక్తవిరోచనాలు మొదలైన వ్యాధులు కూడ-చిరుకరోగం కలిగించే సూక్ష్మజీవుల జాతికి

చెందిన సూక్ష్మజీవులు వెలిగ్రక్కే వ్యాధికారక-ద్రవమువలన కలుగుతాయి. ఈ జబ్బులు రాకుండా ఇజిప్తన్ గర్ లోగల అఖిలభారత పశువైద్య పరిశోధనా సమాఖ్యవారు తయారుచేసే మల్టీ కాంపో నెంటు వ్యాక్సిను (Multi component vaccine) టీకాలు వేయించాలి.

## 5. మశూచి, అమ్మవారు, బొబ్బల రోగము:

పొదుగు మీద, ముక్కులమీద, తాడల లోపలి భాగములోను, కళ్ళమీద పొక్కుల్లాగా కనబడి జ్వరం ఉద్భవంగా కానవస్తుంది. పొక్కులు క్రమేణా పెరిగి పెద్దవై రళి కారుతాయి. ఈ పుండ్లల్లో సూక్ష్మజీవుల ప్రమేయము కలిగితే చీము కూడా కారుతుంది. కొన్ని రకాల మశూచిలో ఊపిరితిత్తుల మీద కురుపులు లేస్తాయి.

మశూచివలన మరణాలు నూటికి 35 ప్రాంతంలో వుంటాయి. వ్యాధి సోకిన వెంటనే టీకాలు వేయిస్తే కొంతవరకు ఈ వ్యాధి సరికట్టవచ్చు.

## 6. గాలికుంట్లు (Foot and mouth):

జ్వరం ఉద్భవంగా వచ్చి నోటివెంట తీగలాగ చొట్ట కారుతుంది. నోరు తెరచిచూస్తే బాగా ఎర్రగా వుండి ఒకటి రెండు రోజులు గడచిన తరువాత, నన్నుని పొక్కులు, చిన్న నీటి గడ్డలు, నాలుక మీద, పెదవి లోపలి భాగంలోను, దవడల లోపలి భాగం లోపలివైపున కనబడతాయి. కాళ్ళకువస్తే గిట్టలమధ్య, చర్మపు సందిలోను, నీటిగడ్డలు గానీ పొక్కులు కానీ కనిపించవచ్చు.

గొట్టెపిల్లల్లోను, విదేశాలనుంచి దిగుమతి చేసుకున్న గొట్టెల్లోను ఈ వ్యాధివలన నష్టాలు ఎక్కువ. దేశవాళీ గొట్టెల్లో సోకినప్పుడు మరణాలు సంభవించవు గాని, రోగాన్నించి కోలుకున్న తరువాత వక్కోరుపెట్టి నీరసించి పోతాయి. తగుసమయములో టీకాలువేసి ఈ వ్యాధిని అరికట్ట వచ్చును.

## 7. చీడపారుడు - పెద్దరోగము

(Rinderpest) :

ఈ వ్యాధి సోకిన గొట్టెల్లో జ్వరం ఎక్కువగా వస్తుంది. చొంగ కారుతుంది. నోట్లో నాలుక మధ్య తవుడు రేణువుల మాదిరి పొక్కులు కనిపిస్తాయి. జ్వరం తగ్గముఖం పడుతూనే చిమ్మనిగొట్టం లోంచి చిమ్మినట్లు, దుర్వాసనతో కూడిన మలము చిమ్మబడుతుంది. ఈ వ్యాధివలన నష్టాలు విపరీతం.

వ్యాధినిరోధానికి కావలసిన టీకాలమందు దగ్గరలో గల పశువైద్యుల ద్వారా తెప్పించి ఏదేలా తొలకరించటానికి ముందే టీకాలు వేయించటం అవసరం.

## 8. దొమ్మవాపు - దొమ్మపుండు

దొమ్మకురుపు (న్యూమోనియా) :

ఇది అంటువ్యాధి కాకపోయినా ప్రపంచ మంతటా గొట్టెల్లో ఈ వ్యాధివలన నష్టాలు ఎక్కువ కలుగుతున్నాయి. ఈ వ్యాధిని కలిగించేందుకు, కారణభూతమైన సూక్ష్మజీవులను వేర్పాటుచేసి పెంచి, టీకాల మందు తయారుచేయటానికి వ్యాధి నిరోధకాని కవసరమైన ప్రయోగాలు, ప్రపంచ మంతటా జరుగుతున్నాయి. ఇదమితంగా ఇంకా యేమి తేలలేదు.

పరాన్నజీవుల వలన గొట్టెల్లో నష్టాలు

కలుగుతాయి :

పరాన్నజీవులను నిరోధించకపోతే గొట్టెలు బక్క చిక్కి క్రమంగా రాలిపోతాయి ఇవి బాహ్య, అంతః పరాన్నజీవులనబడే రెండు రకాలు.

బాహ్య పరాన్న జీవులు :

నల్లగా గొట్టెల చర్మాన్నంటి పెట్టకొనే గోమార్లు, [వీటినే పిడుదులు కొణుసు లంటారు కూడా] పేలు (Lice), గజ్జి కలిగించే కీటకాలు, ఈగలు

మొదలగునవి, బాహ్య పరాన్న జీవులు. గోమార్లు పెసరగింజంత వుంటాయి. బాగా రక్తం త్రాగి నప్పుడు చింతగింజంత పరిమాణాన్ని పొందుతాయి.

రక్తాన్ని పీల్చేప్పుడు మనుష్యుల్లో మలేరియా జ్వరాన్ని కలిగించే క్రిములను దోమలు వ్యాపింప చేసినట్లు, గొట్టెల్లో గోమార్లు బేబీషియోసిస్ తైవీరియోసిస్, అనాప్లాస్మోసిస్, రికెట్షియోసిస్ అనబడే విషజ్వరాల్ని వ్యాపింప చేయటానికి తోడ్పడుతాయి.

విషజ్వరం వచ్చినప్పుడు జ్వరతీవ్రత వలన గొట్టెబాగా వణికి పోతుంది. జ్వరం తీసిన తర్వాత ఎక్కువగా ఎత్తరంగు గల నీరుడు పోస్తాయి. రక్త పరీక్షచేస్తే క్రిములు కనిపించవచ్చు. రక్తహీనత వలన పాండు రోగం కలుగుతుందిగూడా. అదనులో చికిత్స చేయించకపోతే రక్తం బాగా పలుచ బడి గొట్టె చనిపోతుంది. బేబీషియోసిస్ కి విరుగు డుంది. కాని మిగతా రకాలకు లేదు. దేశవాళీ గొట్టెలకంటే విదేశాలనుంచి దిగుమతి చేసిన గొట్టెల్లో వీటివలన నష్టాలెక్కువ.

పేలు, గజ్జి పురుగులవలన గొట్టెలు తీవ్రమైన దురదతో బాధపడి చెట్టకు, గోదలకు రాచు కుంటాయి. ఉన్ని రాలిపోతుంది. అలా రాచు కున్నప్పుడు కలిగే పుళ్లలో, సూక్ష్మజీవులు ప్రవేశించి కురుపులు కలిగించి, చీముకారేటట్లుగా చేస్తాయి. విపరీతమైన దురదవలన మేతసరిగా మేయక షీజించి పోతాయి. కొన్ని రకాల ఈగలు ముక్కోళ్ళలో గ్రుడ్లను పిల్లల్ని పెట్టగా అవి ప్రాకుతూ మెదడుఎముకలోకి చొరబడి బాధ కలిగిస్తాయి.

బాహ్యపరాన్న జీవుల నరికట్టడం ఎలా ?

గమాక్రైస్, సుమేథియాన్, సయాథియాన్, అస్థేబియాన్ మొదలైన కీటకారిమందుల ద్రవాన్ని వాడటం వలన వీటి పెరుగుదల నరికట్టవచ్చు.

మందు నీటిలో ఈదించుట :

మందల స్వంతదారులందరు కలసి ఒక నీటి తొట్టెనుకట్టించి ఆ నీటితొట్టెలో మందునీటిని పోసి గొట్టెలను వరుసగా తోలితే, ఒక ఒడ్డునుండి ఇంకొక ఒడ్డుకు వెళ్ళేటప్పటికి గొట్టెలు పూర్తిగా తడిసిపోతాయి. తం మునగకపోతే పంగలకర్రతో గొట్టెను నొక్కితే తలకూడా మునుగుతుంది. ఆవలి వైపున వైకెక్కినపుడు గచ్చుదొడ్డి లోనికి తోలితే వంటివైనన్న నీరంతా మరల తొట్టిలోనికి వస్తుంది. ఆరేదాకా ఆ దొడ్లలోనే వుంచాలి. ఆరిన తరువాత కొన్ని రోజుల వరకు మందు ప్రభావం వలన బాహ్య పరాన్నజీవులు గొట్టెల్నాసించవు.

అంతఃపరాన్నజీవుల వలన బెడదల

నిరోధకోపాయాలు :

గొట్టెల కడుపుల్లో ప్రేగుల్లో వుండి రక్తం పీల్చడం ద్వారా కానీ, గొట్టెలు మేసే మేతలో వాటా పెంచుకోవడంవల్ల కానీ, పురుగులు (అంతః పరాన్నజీవులు) గొట్టెల్లో నష్టాన్ని కలుగజేస్తాయి.

వారావరణంలో లేమ వేడి ఎక్కువగా వుండే ఋతువులో గ్రుడ్లు పగిలి చిన్న పిల్లలు తయారయి నాల్గు ఆయిదు రోజుల తర్వాత పాకుకొంటూ గడ్డి మొదళ్ళ మీదుగా, చిగుళ్ళ మీదుగా పోయి, నెల వేర్వరచుకొంటాయి. ఎండ తగ్గేకొలది చిగుళ్ళ నుండి మొదళ్ళలోకి పాకుకుంటూ పోతాయి. ఈ స్థితిలో నున్న పురుగు పిల్లల్ని మేతలో మ్రింగటం వలన గొట్టెలు పురుగుల పాలవుతాయి.

ఈ విధంగా ఈ పురుగుల జీవితచలయం గొట్టెల పెంపకానికి ఒక విషవలయం.

నున్నగా గుండ్రంగా వుండే (Round worms) ఎలికపాములు, నవారు బద్దీలా తలనున్నగా వుండి శరీరం పోను పోను వెడల్పుగా వుండే బద్దీ పురుగులు (నట్టరిని కూడా అంటారు) (Tape worms), అకులాగాను పగడాల్లాగాను వుండే

జతిగ పురుగులు - అనబడే మూడు రకాల పురుగుల వలన గొట్టెల్లో నష్టాలెక్కువ.

జీవితచలయం పూర్తిగావాలంటే నట్టరికు, కుక్కలు పందులు, జతిగలకు, నత్తలు మద్యాంతర ఉపాధులు. ఈ ఉపాధుల్లేనిదే ఈ పురుగు పిల్లలు హానికరపు స్థితి పొందలేవు.

ఎలికపాములు, పటికలు, కొంకి పురుగులు మొదలైనవి :

(Round worms and hook worms)

1. కెంపు దారపు కొంకి పురుగు.

(HaemonChus) :

ఇది చెప్పుకోతగ్గ హాని కలుగజేస్తుంది. చిన్న పొట్టలో ఎక్కువగాను, చిన్నప్రేవుల తొలిభాగంలో సకృత్తుగాను ఈ పురుగులుంటాయి. ఇవి ఎక్కువ సంఖ్యలోనున్నపుడు, గొట్టెకళ్ళ పాలిపోయి, రోమాలు బిరుసెక్కి, నల్లకప్పేసి పారుతుంటాయి. గొట్టె పిల్లలు మేస్తుమేస్తూ అకస్మాత్తుగా చనిపోతాయి. గొట్టెలు బక్కపడి పాండురోగం వలన చని పోతాయి.

2. నల్లపారుడు (Tricho strongylus)

ఈ పురుగువలన కూడా పై లక్షణాలే కనిపిస్తాయి.

3. పేగుకురుపుల పురుగు (Oesophaeogostomum)

ఈ పురుగుపిల్లలు చిన్నప్రేవుల గోడలమీద, కురుపుల మాదిరి నెల వేర్వరచుకొని వాని మధ్య భాగంలో ప్రవేశించి పెద్దవై కురుపులు ప్రేవుల గోడలమీద వుంటుంటే మేతసారాన్ని పీల్చే శక్తి కోల్పోవడంవలన అజీర్ణవ్యాధికి గురై గొట్టెలు మెల్లటి పేదను ఉండల్లాగా పెడతాయి.

#### 4. ఊపిరితిత్తుల పురుగు (Lung worm)

ఊపిరితిత్తులలోను శ్వాసనాళాలలోను తెల్లగా వుండే పురుగుల్ని చూస్తుంటాము. అవి ఎక్కువ సంఖ్యలో వుండటంవలన గొట్టెలు విపరీతంగా దగ్గుతాయి. చనిపోవడం కూడా కద్దు. పురుగుల సంఖ్య ఎక్కువగా వుండి ఊపిరితిత్తుల్లో నెలవేర్చు రమకుంటే దొమ్మకురుపు (న్యూమోనియా) కలుగుతుంది.

గొట్టెలు దగ్గినప్పుడు నోటినుండి వెలువలకు మింగుడుబడితే పెంటికల ద్వారా వినర్తింపబడు తాయి.

ఇక దీనికి సాధారణంగా మందుగా మైలతుత్తాన్ని వాడుతారు.

ఇది అందరికీ అందుబాటులో నున్నదే. మెత్తగా పొడిచేసి ఒక శాతం మందు తొందైతొమ్మిది శాతం నీరు, మట్టికుండలో కాని పింగాణీ గిన్నెలోకాని కలపాలి. ఈ ద్రవం గొట్టెకు ఒకటి ఒకటిన్నర అవున్నల చొప్పున నెల, రెండు నెలలకొకసారి త్రాగించటంవలన పురుగుల పెరుగుదల నరికట్ట వచ్చు. ఫినోథయజీన్, థయోబెండాలు, హైర్ టాక్నిక్వార్మ్, బాన్మింథ్ మొదలైన మందులను ఈ పురుగుల నరికట్టడానికి వాడినా, ఫినోథయజీను కంటే మిగతా మందులు అన్నిరకాల ఏటికల నరి కట్టడానికిపయోగిస్తాయి.

#### బద్ది పురుగులు (నట్టలు-Tape worms)

తల నున్నగాను శరీరం పోసుపోను వెడల్పు గాను నవారు బద్దిలాగా ప్రేగుల్లో ఉంటాయి. ఈ పురుగుల్లో కొన్ని ఇరవై అడుగులు పొడు గుంటాయి. కుక్కలును పందులును వీటికి మధ్యంతర ఉపాదులు. పురుగు గ్రుడ్లు మేతతోబాటు మ్రింగబడి ప్రేవుల నుండి రక్తనాళాల ద్వారా శరీరంలో వివిధ భాగాలు చేరుకొని తిత్తులేర్పడతాయి. ఈ తిత్తులు మెదడుపై నుంచే చూపు తగ్గుతుంది. గిర గిరా తిరుగుతాయి కూడా.

వాటినిరికట్టడానికి డై సెస్టాలు మాత్రలు వాడ వచ్చు. చలికాలంలో వీటి వ్యాపకం ఎక్కువ. అందువలన జనవరి ప్రాంతంలో మందులను త్రాగించాలి.

#### జలిగ పురుగులు (Flukes) :

నిలువయున్న నీటి మడుగులు, చెరువులు ఒడ్డున వేపటంవలన జలిగ రోగ మొస్తుంది. వీటికి మధ్యంతర ఉపాధి నత్త. పచ్చికపైన పడిన గ్రుడ్లు పెరిగిన తల నాశ్రయిస్తాయి. నత్తలో కొంతపెరిగిన తరువాత నీటిలో ఈదుకుంటూ పురుగుపిల్లలు పచ్చిక నాశించి మేయటానికి వచ్చిన గొట్టెంచే ప్రవింగబడుతాయి.

ఆకు జలిగలు కార్లముశోను మిగతా రకాలు పెద్దపొట్టలోను నివాసము ఏర్పర్చుకుంటాయి. అంఫీ ష్టోము ఆనబడే పగడాల్లాంటి పురుగుపిల్లలు చిన్న ప్రేవులనుంచి పెద్దపొట్టకు పోయే దారిలో చిన్న ప్రేవుల గోడకు కలుచుకొని విపరీతమయిన పారుడును కలుగజేయవచ్చు. ఈ దశలో ఎన్ని మందుమాత్రలను ఉపయోగించినా నష్టాలను ఆరికట్ట లేవు.

జలిగల పెరుగుదల నరికట్టేందుకు వాడా ల్నిన మందులు :

ఒకశాతం మైలతుత్తము నీళ్ళతో కలిపి త్రాగిస్తే పగడపు జలిగలకు పనిచేయవచ్చును. ఆకు జలిగలకు అప్టోథేను, కార్బను డైట్రాక్లోరైడ్, అనే మందులు వాడుతారు. ఈ రెండు మందులు జాగ్రత్తగా వాడకపోతే మరణాలెక్కువ అవుతాయి. క్రొత్తగా మార్కెట్లోకి వచ్చిన డిప్టోడిన్, జనిల్, ట్రోడాక్సు అనబడే మందులు అన్నిరకాల జలి గల మీద పని చేస్తాయి.

# 153. కోళ్ళ పెంపకము

( Poultry Husbandry )

పూర్వపు రోజులలో కోళ్ళ పెంపకము ముఖ్యముగా గ్రామసీమలలో కేంద్రీకృతమై యుండేది. ప్రస్తుతము కోళ్ళ పెంపకము గ్రామాల్లోనే గాక పట్టణములలోకూడ ఒక పరిశ్రమగా సాగుచున్నది. అభివృద్ధి పరచబడిన సంకరజాతి కోళ్ళను శాస్త్రీయ పద్ధతులలో పెంచుట వలన కోళ్ళ పెంపకము లాభసాటి వ్యాపారముగా మారినది. మన దేశవాళి కోడి సంవత్సరములో దాదాపు 80 గ్రుడ్లు ఇస్తావుంటే, యిప్పటి సంకరజాతి కోడి నుండి 220. 250 గ్రుడ్లు లభించుచున్నవి.

**కోళ్ళ జాతులు :**

ఇప్పటి సంకరజాతి కోళ్ళు “గాలన్ గాలన్” అను అడవిజాతి కోళ్ళ నుండి అభివృద్ధి చేయబడినవి. ఇండియా, బర్మా, సయాం, ఇండోచైనా, మలయా, మొదలగు దేశములు “అడవిజాతి కోళ్ళకు పుట్టినిండ్లు.” కాని వీటినుండి అభివృద్ధి పరచబడిన జాతులన్ని కూడా ఇతర దేశములలోనే ఆవిర్భవించినవి.

**1. అమెరికా ప్రాంతపు కోళ్లు :**

ఈ ప్రాంతమునకు చెందిన కోళ్ళు గుడ్ల ఉత్పత్తి యందును మాంసోత్పత్తిలోను సమానమైన సామర్థ్యము కలవి. గ్రుడ్లను పొదిగి పిల్లలను కూడా చేయగలవు. గోధుమ రంగు పెంకుగల గ్రుడ్లను పెట్టును. ఉదా:- “రోడ్ బలెండ్ రెడ్”, “వైమర్ రెడ్”, “స్టూ హాంప్ షైర్” మొదలగునవి.

**2. ఇంగ్లీషు ప్రాంతపు కోళ్లు :**

ఇవి కూడా అమెరికా ప్రాంతము కోళ్ళవలె గ్రుడ్లు మరియు మాంసోత్పత్తికి సామర్థ్యము కలవి.

ఉదా:- “అర్పింగ్ టన్” “నస్సెట్” “ఆఫ్ లావ్” “కార్నిష్” మొదలగునవి.

**3. ఆసియా ప్రాంతపు కోళ్లు :**

ఈ ప్రాంతపు కోళ్ళు గ్రుడ్లు తక్కువగా పెట్టినను మాంసోత్పత్తికి ప్రసిద్ధి చెందినవి. గ్రుడ్లను పొదిగి పిల్లలను చేయుట వీటి సహజ లక్షణము. గోధుమ రంగు పెంకుగల గ్రుడ్లను పెట్టును. ఉదా:- “బాహ్మ” “కొచ్చిన్” “లాంగ్ ఫాన్” మొదలగునవి.

**4. మధ్యధరా సముద్రతీర ప్రాంతపు కోళ్లు :**

ఈ ప్రాంతపు కోళ్ళు ఎక్కువగా గ్రుడ్ల నిచ్చుటలో ప్రసిద్ధి చెందినవి. ముఖ్యముగా “వైట్ రోజ్ హారన్” అనేజాతి గ్రుడ్ల ఉత్పత్తిలో ప్రపంచ ఖ్యాతి గాంచినది. ఈ జాతి కోళ్ళు పొదగ వనే చెప్పవచ్చును. తెలుపు పెంకుగల గ్రుడ్లను పెట్టును. ఉదా:- “రోజ్ హారన్”, “వైనార్క్” “అంకోనా” మొదలగునవి.

ప్రస్తుతము మన దేశములో లభించు కోళ్ళు ఇతర దేశముల నుండి దిగుమతి చేయబడినవి. మనదేశములోనే సంకరజాతి కోళ్ళను రూపొందించుటకు ఇప్పుడు కృషి జరుగుచున్నది.

**గ్రుడ్లు పొదుగుట :**

కోడిగ్రుడ్లను పిల్లలుగా పొదిగించుట రెండు విధములుగా జరుపవచ్చును.

**1. స్పృశావిక పద్ధతి లేక పొదుగు కోడి క్రింద గ్రుడ్లను పొదిగించుట.**

2. కృత్రిమ పద్ధతి లేక పొదుగుడు యంత్రము ద్వారా గ్రుడ్లను పొడిగించుట. సహజ పద్ధతిలో ఒక కోడి 10-12 గ్రుడ్లకన్న ఎక్కువ పొదగ లేదు. కాని కృత్రిమ పద్ధతిలో 100 గ్రుడ్ల నుండి దాదాపు 50,000 గ్రుడ్లను ఒకే పర్యాయము పొడిగించవచ్చును. ఏ పద్ధతి ప్రకారము గ్రుడ్లను పొడిగించినను, గ్రుడ్లు పొడిగి పిల్లలగుటకు పట్టు కాలము 21 రోజులే.

### కోడిపిల్లల పెంపకము :

కోళ్ళ పెంపకముతో ప్రత్యేకముగా కోడిపిల్లల పెంపకము అతిముఖ్యమైనది. కోడిపిల్లలను పెద్ద కోళ్ళ నుండి దూరముగా పెంచవలెను. క్రింద చూపిన పట్టిక ప్రకారము పిల్లలకు తగిన వసతులు ఏర్పాటు చేయవలెను.

	0-4 వారములు	0-8 వారములు
	(ఒక పిల్లకు)	(ఒక పిల్లకు)
నేల స్థలము	$\frac{1}{2}$ చ. అ.	1 చ. అ.
బ్రాడరు స్థలము	7-9 చ. అం.	7-9 చ. అం.
మేత స్థలము	1 అం.	1 అం.
నీటి స్థలము	$\frac{1}{2}$ అం.	$\frac{1}{2}$ అం.

### బ్రూడింగ్ (Brooding) :

కోడి పిల్లలు పుట్టినప్పుడే నుండి 8 వారముల వయస్సు వచ్చువరకు వేడిమి అవసరము. కృత్రిమ పద్ధతిలో పిల్లలకు వెచ్చదనము కల్పించు సాధనము "బ్రూడర్" అనబడును. ఇట్లు వెచ్చదన మును కల్పించే పద్ధతిని "బ్రూడింగ్" అందురు. అనేక నమూనాలలో బ్రూడర్లు మార్కెట్లో లభించును. కోడి పిల్లలకు బ్రూడరులో వేడిమి ఈ దిగువ చూపిన విధముగా నుండవలెను.

మొదటి వారము	95°F
రెండవ వారము	90°F
మూడవ వారము	85°F
నాల్గవ వారము	80°F

ఐదవ వారము

75°F

ఆరవ వారము

70°F

ఆరు వారముల తరువాత బ్రూడింగ్ అవసరము లేదు. సామాన్యముగా 4 అడుగుల వ్యాసంగల బ్రూడర్ 200-250 పిల్లలకు సరిపోవును. ఒక కోడి పిల్లకు 1-2 వాట్ల (watts) విద్యుత్ అవ సరము. పిల్లల సంఖ్యనుబట్టి బల్బులు అమర్చు కొనవలెను.

### వాయు ప్రసరణ :

వెచ్చదనమేకాక పరిశుభ్రమైన గాలి కూడా పిల్లలకు అత్యవసరము. కాని చలిగాడ్పులు పనికిరావు. మంచి వాయుప్రసరణ వలన షెడ్డు లోని చెడుగాలులు బయటికి పోయి దుర్వాసనలు నివారించబడును.

### ఆహారము - నీరు :

కోడిపిల్లలు మొదటి 8 వారముల వరకు త్వరితముగా పెరుగును. కనుక పృష్టికరమైన ఆహారము చాలా అవసరము. మేతతొట్లను సగము వరకు నింపి బ్రూడరు చుట్టూ అమర్చవలెను.

పరిశుభ్రమైన నీరు కోడిపిల్లలకు ఎల్లప్పుడూ అందుబాటులో యుండవలెను. పిల్లల నైజు నీటి తొట్లనే వాడవలెను.

పిల్లలు పెరిగిన కొద్ది మేతతొట్ల మరియు నీటి తొట్ల పరిమాణమును గూడా పెంచుకొనవలెను.

### కోళ్ళ ఆహార సూత్రములు :

1. మాంసకృత్తులు: కోడి సరిగా ఎరుగుటకును, గ్రుడ్లు పెట్టుటకును మాంసకృత్తులు అత్యవసరము. ఇవి రెండు రకములు. ఇందు మొదటివి జంతు సంబంధమైనవి; అనగా చేపలపొడి, మాంసపు పొడి, రక్తపుపొడి కాలేయపుపొడి, పాలపొడి మొదలగునవి. రెండవ రకము, వృక్ష సంబంధ మైనవి; వేరుశనగపిండి, సోయాబీన్ పిండి, నువ్వుల



పిండి మొదలగునవి. పిల్లల దాణాలో 20%, ఎదిగే పిల్లలకు 18%, పెద్ద కోళ్ళకు 16% మాంస కృత్తులు వాటి ఆహారములో చేర్చవలెను.

**2. పిండి పదార్థములు :** ఇది కోళ్ళకు కావలసిన శక్తి నిచ్చును. మేతలో దాదాపు 80-70% పిండి పదార్థము లుండును. మొక్కజొన్నలు, రాగులు, నజ్జలు, నూకలు, గోధుమలు, బియ్యపు తవుడు, గోధుమ తవుడు, మొదలైనవి ముఖ్యమయిన పిండి పదార్థములు.

క్రొవ్వు పదార్థములు ప్రత్యేకముగా కోళ్ళ మేతలో కలుపవలసిన అవసరము లేదు.

**3. విటమినులు :** ఇవి శరీరమునకు రక్షణ నిచ్చును. వీని లోపము వలన శరీరము పెరుగుదల నిందిపోయి రోగములు సంక్రమించును. కోళ్ళకు వాటి ఆహారములో పొందుపర్చవలసిన ముఖ్యమైన విటమినులు A, B<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, మార్కెట్టులో దొరుకు

ఈ మూడింటి మిశ్రమమును 100 కి.గ్రా. మేతలో 25 గ్రాముల చొప్పున కలుపవలెను.

**4. ఖనిజ లవణాలు :** వీటిలో కాల్షియం, భాస్వరము, మాంగనీసు, అయోడిన్, ఇనుము, తుత్తునాగము, రాగి ముఖ్యమైనవి. వీటి లోపము వలన కోళ్ళు గ్రుడ్డు సరిగ్గా పెట్టక వ్యాధిగ్రస్తము కావచ్చును. ఈ ఖనిజ లవణముల మిశ్రమములు కూడా మార్కెట్టులో లభించును. ఈ మిశ్రమమును 2-3% మేతలో చేర్చవలెను.

**5. యాంటిబయటిక్సు :** పెన్సిలిన్, టెట్రామెసిన్, ఆర్యోమెసిన్, మొదలగు వానిని కోళ్ళ మేతలో కలిపిన చాలావరకు రోగములు రాకుండా చేసి పెరుగుదలనే కాకుండా గ్రుడ్ల ఉత్పత్తిని కూడ పెంచును.

కోళ్ళదాణా మిశ్రమముల పట్టిక ఈ క్రింద నీయబడినది.

కోళ్ళ దాణా మిశ్రమము కి.గ్రా. లలో

	పిల్లల మేత		ఎదిగే పిల్లలకు		పెద్ద కోళ్ళకు	
	1వ రకం	2వ రకం	1వ రకం	2వ రకం	1వ రకం	2వ రకం
1. మొక్కజొన్నలు	48	85	42	80	45	80
2. జొన్నలు	—	10	—	10	—	14
3. బియ్యపు తవుడు	20	15	15	20	15	20
4. గోధుమ తవుడు	—	8	15	12	15	12
5. వేరుశనగ పిండి	28	28	22	18	15	15
6. చేపల పొడి	6	5	5	7	6.5	5.5
7. లవణ మిశ్రమము	2.5	2.5	2.5	2.5	8	8
8. విటమిన్ ప్రీమిక్స్	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	100	100	100	100	100	100

1. మొక్కజొన్నలు
2. జొన్నలు
3. బియ్యపు తవుడు
4. గోధుమ తవుడు
5. వేరుశనగ పిండి
6. చేపల పొడి
7. లవణ మిశ్రమము
8. విటమిన్ ప్రీమిక్స్

కోళ్ళకు అనువైన గృహవసతి :

కోళ్ళ పెంపకములో తగిన లాభములు పొంద వలెనన్న వానికి సరిఅయిన గృహవసతి కల్పింప వలెను.

ఒకే షెడ్డులో చిన్న పిల్లలను, పెరిగే పిల్లలను, పెద్ద కోళ్ళను పెంచుటకు అనువైన విధముగా షెడ్డును నిర్మాణము చేసుకొనుట లాభదాయకము. స్థల నిర్ణయము చేయునపుడు ఎత్తుగాను సమతలముగా నున్నట్లు చేసుకొనిన, వర్షపు నీరు నిలువదు. రహదార్లకు అందుబాటులో నున్నచో ఉత్పత్తి అయినగ్రుడ్లను, మాంసమును మార్కెట్ కు పంపుటకు అనువుగా నుండును. కోళ్ళకు కావలసిన నేల విస్తీర్ణము క్రింది విధముగా ఆమర్చవలెను.

వయస్సు నేల విస్తీర్ణము (1 కోడికి)

1. 0- 4 వారములు	$\frac{1}{2}$ చ. అడుగు
2. 4- 8 వారములు	1 చ. అ.
3. 8-12 వారములు	$1\frac{1}{2}$ చ. అ.
4. 12-16 వారములు	2 చ. అ.
5. 16-20 వారములు	$2\frac{1}{2}$ చ. అ.
6. 20 వారముల పైన	3 చ. అ.

ఇటుక రాతి ముక్కలుగాని, కంకరగాని 8-4చ.అం. మందములో పరచి దిమ్మిస చేసిన నేలగానీ, సిమెంటు కాంక్రీటు నేలగానీ ఏర్పరచవలెను.

గోడలు :

ప్రక్కగోడలు ఇటుకలతో  $2\frac{1}{2}$  అడుగుల ఎత్తునకు కట్టినచో చాలును. ఈ గోడలపైన కప్పు వరకు ఇనుప వలకానీ వెల్డుమెష్ గానీ ఆమర్చ వలెను. ప్రక్కలందు చూరు 6-7 అం. ఎత్తు ఉండవలెను. షెడ్డు రెండు చివరల గోడలు ఇటుక రాతితో, గేబుల్ ఆకారములో ఏర్పరచవలెను.

కప్పు :

కప్పు నడినెత్తి నేలనుండి 11-12 అడుగుల ఎత్తుగా నుండవలెను. ప్రక్కలలో చూరు కనీసం

3 అడుగులు వరకు పొడిగించినచో వర్షపు జల్లులు లోనికి రాకుండుటయేకాక ఎండ నుండి కూడా కోళ్ళకు రక్షణ కలుగును. కప్పునకు జింకు రేకులు సిమెంటు రేకులు, అల్యూమినియం రేకులు మొదలగునవి వాడవచ్చును.

పరికరములు :

1. మేతతొట్లు : ఇవి ముఖ్యముగా రెండు రకములు: పిల్లలకు ఉపయోగించునవి; పెద్దకోళ్ళకు ఉపయోగించునవి వీనిని జింకు రేకులతో తయారు చేయుదురు. పెద్ద కోళ్ళకు వాడు మేతతొట్లు కప్పునుండి వేలాడతీయవలెను. వీనిని వేలాడుతొట్లు (Hanging Feeders) అందురు. వీనిని ఒక పర్యాయము మేతతో నింపినచో మరల 4, 5 రోజుల వరకు నింపవలసిన అవసరములేదు. వేలాడుతొట్లు మాత్రమే కాక నేలపై పెట్టు తొట్లు కూడా వుండును.

నీటితొట్లు :

మట్టితో చేసిన కుండలు, అల్యూమినియం తొట్లు, జింకుతొట్లు మొదలగువానిని నీటితొట్లుకై వాడవచ్చును. వీనిని కూడా కోళ్ళ వయస్సునుబట్టి వివిధ పరిమాణములలో వాడవలెను. కోళ్ళ సంఖ్యకు సరిపడిన తొట్లును ఆమర్చి వానిని రోజుకు రెండు పర్యాయములు నీరు నింపవలెను.

గ్రుడ్లపెట్టెలు (నెస్టుబాక్సులు) :

వీనిని సామాన్యముగా చేయుదురు. ఈ పెట్టెలను గోడల ప్రక్కలకు ఆమర్చినచో కోడి వీటి లోనికి ప్రవేశించి గ్రుడ్లుపెట్టును. ఒక గ్రుడ్లపెట్టె 5, 6 కోళ్ళకు సరిపోవును.

నేలమీదపరచు పొట్టు :

దీనినే "లిట్టర్" అందురు. పరిపొట్టును, వేరుశనగ గుల్లలను, రంపపుపొట్టును చెరకుపిప్పిని లిట్టరుగా వాడుదురు. మొదట లిట్టరును 3, 4 అంగుళములు ఎత్తువరకు పరచి క్రమముగా

8, 9. అం॥ వరకు పెంచెదరు. ఒక పర్యాయము పరచిన పొట్టను 8-8 మాసముల వరకు తీయవలసిన ఆవసరము లేదు. కోళ్ళ మలమూత్రములతో లిట్టరు బాగుగామాగి మంచి ఎరువుగా తయారగును. లిట్టర్ తడిసిపోకుండా పొడిగా వుంచడము చాలా ముఖ్యము. వారమునకు ఒక పర్యాయము లిట్టరును తిరగవేస్తూ వుండవలెను.

దీపకాంతి (తైటింగ్) :

పెరిగే పిల్లలకు 20 వారముల వరకు రాత్రిపూట దీపములు ఆవసరము లేదు. 20 వారముల తరువాత కోళ్ళకు రోజుకు సుమారు 16 గంటలు వెలుతురు ఆవసరము కనుక 9, 10 గంటలు వరకు దీపములను ఉంచవలెను.

డా॥ యం. వి. రమణారావు.

## 154. కోళ్లలో వచ్చు సామాన్య వ్యాధులు - నివారణ

కోళ్ళ పెంపకములో మంచి గృహవసతి కల్పించడము, వాటికి అన్ని పోషక పదార్థములు గల దాణా ఇవ్వడము, మరియు అంటువ్యాధుల నివారణ చర్యలు చాల ముఖ్యమైనవి. రోగనివారణ విషయములో ఏమాత్రము అశ్రద్ధ చేసినను అంటు వ్యాధులు సోకి కోళ్ళన్ని చనిపోవును. కోళ్ళకు వచ్చు సామాన్య వ్యాధులలో అతి ముఖ్యమైనవి మూడు:

1. కొక్కెర తెగులు (Ranikhet disease-R.D.)
2. కోళ్ళకు మనాచి (Foul Pox)
3. రక్కపారుడు (Coccidiosis)

కొక్కెర తెగులు :

కొక్కెర తెగులు మొట్టమొదట మన దేశములో 'రాన్ ఖేట్' అనే ప్రాంతములో 1927 సం॥లో కనుగొనబడినది. సాధారణముగా ఈ వ్యాధి సోకిన కోళ్ళు 90% చనిపోతూ వుంటాయి. ఈ వ్యాధి కంటికి కనబడనటువంటి అతి సూక్ష్మమైన "వైరస్" అనే క్రిమివలన వచ్చును. ఈ వ్యాధి అన్ని కాలములలోను, పిల్లల నుండి పెద్ద కోళ్ళలోను వచ్చును. ఇది అతి భయంకరమైన అంటు వ్యాధి. ఈ తెగులు వలన కోళ్ళ గుంపులు గుంపులుగా చనిపోవడం జరుగుతుంది.

వ్యాధి లక్షణములు :

1. క్వాస సరిగా ఆడదు 2. విరోచనాలు ఆకు పచ్చ రంగులో వేస్తాయి. 3. కోడిమెడ వెనక్కు వాలిపోతుంది; రెక్కలు వ్రేలాడపడతాయి. ఆనగా పక్షవాతపు లక్షణాలు కన్పిస్తాయి. 4. గ్రుద్ద సంఖ్య చాల తగ్గిపోయి, చిన్ననైజా గ్రుద్దను, తోలుగ్రుద్దను పెట్టుట జరుగుతుంది. 5. ఎఱ్ఱగా నున్న కోడికట్టు నీలిరంగులోనికి మారును.

వ్యాధి వ్యాప్తి :

ఈ అంటువ్యాధి, ఈ జబ్బుతో నున్న కోళ్ళనుండి ఆరోగ్యవంతమైన కోళ్ళకు వాటి నన్నిచిత కిలయక వలన వచ్చును. వ్యాధిగ్రస్తమైన కోళ్ళయొక్క మలము వలన కూడా ఈ వ్యాధి ఎక్కువగా వ్యాపించును. కోళ్ళ పెద్దలతో తిరిగే మనుషుల ద్వారా కూడా ఈ వ్యాధి వ్యాపించుటకు అవకాశము కలదు. పక్షులు కూడా ఈ వ్యాధివ్యాప్తికి తోడ్పడును. మార్కెట్టు స్థలములలో ఆరోగ్యకరమైన కోళ్ళు, వ్యాధిగ్రస్తమైన కోళ్ళు కలసి వున్నప్పుడు ఈ వ్యాధి సోకును.

నివారణ పద్ధతులు :

ఈ రోగానికి చికిత్స అంటూ ఏమిలేదు. వ్యాధి రాకుండానే జాగ్రత్త వహించడం ఎంతో అవ

సరము. దీనికొరకు వ్యాధినిరోధక టీకాలు వేయించు కోవాలి. కోడి పిల్లలకు మొదటి వారం వయస్సు లోనే ఈ టీకాల మందు ( $F_1$ ) కచ్చితంగాని ముక్కులోగాని వేసినచో ఈ వ్యాధి 8 వారాల వరకు రాదు; అంతట కోడిపిల్లలకు 8-8 వారాల మధ్య వయస్సులో కొక్కెర తెగులు టీకాలు వేయించాలి (R. D). తిరిగి ఈ టీకాలు 18-20 వారాల మధ్య అనగా కోళ్ళ గ్రుడ్లకు వచ్చేముందు వేయించవలెను. ఇక సంవత్సరము వరకు కొక్కెర తెగులు వ్యాధిరాదు.

టీకాలు ఇవ్వక ఈ వ్యాధి వచ్చినచో, ఆ కోళ్ళను వెంటనే కోళ్ళ గుంపులో నుండి వేరు చేయవలెను. వేరుచేసిన కోళ్ళకు మేత, నీరు వేరుగా వుంచవలెను. వాటి మలము ఆరోగ్యవంతమైన కోళ్ళకు తగల కుండా చూడవలెను. ఆరోగ్యంగా వున్న కోళ్ళకు వ్యాధి నిరోధక టీకాలు వేయించవలెను. రోగగ్రస్త ములైన కోళ్ళకు టీకాలు వేయించవలసిన ప్రయోజనము లేదు.

## 2. కోళ్ళ మశూచి :

కోళ్ళ అంటువ్యాధులలో మశూచి ఇంకొకటి. ఈ వ్యాధి సోకిన కోళ్ళకు అంతగా దావు భయము లేక పోయినను గ్రుడ్లు సరిగా పెట్టవు.

### వ్యాధి లక్షణాలు :

ఈ వ్యాధి రెండు రకములు. మొదటి రకములో వ్యాధి సోకిన కోళ్ళకు జుట్టుమీస, తమ్మెలకు, కనురెప్పలచుట్టూ పొక్కులు ఏర్పడును. ఒక్కొక్కసారి కండ్లలో కూడా పొక్కులుపచ్చి, కండ్లు కన్పించవు. దీని వలన అవి ఆహారమును తినలేవు. అంతట క్రమంగా గ్రుడ్ల ఉత్పత్తి తగ్గిపోవును. రెండవ రకములో వ్యాధి సోకిన కోళ్ళకు పొక్కులు నోటి యందు ఏర్పడును. బయటికి కన్పించనందున ఈ రెండవ రకం మశూచిని తొందరగా తెలుసు కొనలేము. ఈ వ్యాధి తగిలిన కోళ్ళు ఆహారమును

తినట పూర్తిగా మానివేయును. గ్రుడ్లు ఉత్పత్తి తగ్గిపోవును. వ్యాధి తీవ్రంగా సోకినచో కోళ్ళు చనిపోవును.

### నివారణ పద్ధతులు :

కోళ్ళకు ఈ వ్యాధి రాకుండా టీకాలు వేయించు కోవాలి. కోడిపిల్లలకు రెండు వారాల వయస్సు లోపల మశూచి రాకుండా “పిజియన్ పాక్స్” వేయించుకోవాలి. ఆ తరువాత 7-8 వారాల వయస్సులోపల “ఫౌల్ పాక్స్” టీకాలు రెండవసారి వేయించుకోవాలి.

### టీకాలు వేసేముందు జాగ్రత్తలు :

1. టీకాలు రగిన సమయంలోనే ఇవ్వించాలి.
2. కోళ్ళు, కోడిపిల్లలు ఆరోగ్యవంతంగా వుండాలి.
3. టీకాలు ఎండ వేడిమి ఎక్కువగా నున్న పుడు వేయరాదు. సాయంత్రం లేక రాత్రి వేళ లందు వేయుట మంచిది.
4. టీకాలు వేయుటకు రెండు, మూడు, రోజుల ముందుగా యాంటిబయటిక్స్ ను ఒక టీ స్పూన్  $4\frac{1}{2}$  లీ. త్రాగే నీటిలో కలుపవలెను. దీని వలన కోళ్ళు టీకా “ఒత్తిడి”కి తట్టుకొన గలుగుతాయి.
5. టీకాలు వేసేటప్పుడు సాధారణంగా కోళ్ళ భయపడ, మూలకు నక్కి ఒకదానిపై ఒకటి కూర్చుండి ఒత్తిడికి చనిపోవును. అందుకని కోళ్ళ మూలకు నక్కుకుండా జాగ్రత్తపడాలి.

### 3. రక్తపారుడు రోగము :

“డిప్ లిట్టర్” పద్ధతిలో పెంచబడే కోళ్ళలో ఈ వ్యాధి ఖయంకిరంగా వచ్చును. ఒక కోడి నుండి మరియొక కోడికి చాల త్వరితముగా ఈ వ్యాధి వ్యాపించును. ఈ జబ్బు 8 రకములైన సూక్ష్మజీవుల ద్వారా వచ్చును. అందులో ముఖ్యమైన సూక్ష్మ జీవులు మూడు:

1. “అయిమిరియా పెనెల్లా” ( కోడిపిల్లలకు సోకును).

2. “అయిమీరియా నిక్యాట్రిక్స్” ( పెరిగే పిల్లలకు సోకును ).

8. “అయిమీరియా ఏసర్ విలియా” ( గ్రుడ్డు పెట్టె కోళ్ళకు సోకును ).

సాధారణంగా 84°F ఉష్ణోగ్రత ఉన్నప్పుడు, ఈ సూక్ష్మక్రిములు ఈ వ్యాధిని అతిత్వరగా వ్యాపింప జేయును. ఈ వ్యాధి సోకి నయమైన కోళ్ళకు కొంత వరకు వ్యాధినిరోధక శక్తి కలుగును.

**వ్యాధి లక్షణాలు :**

1. ఈ వ్యాధి సోకుటకు కోళ్ళ యొక్క పయస్సుతో నిమిత్తము లేదు; కాని ప్రత్యేకముగా 4-10 వారముల కోడిపిల్లలకు అతి తీవ్రముగా వచ్చును; దాదాపు 90% కోడిపిల్లలు చనిపోవును.

2. కోడి పిల్లలు గుంపులు గుంపులుగా చేరి రెక్కలు, వారి కళ్ళుమూతలు పడిపోయి వుండును.

3. వ్యాధి ముదిరిన కొద్ది పలుదగా రక్తముతో, కూడిన రెట్టలు వేయును. రెట్టలంతా పూర్తిగా రక్తమే అయివుండవచ్చును కూడా.

4. కోడిపిల్లలు పాలిపోయి నిస్సత్తువ నీరసము ఎక్కువై చనిపోవును.

5. గ్రుడ్డు పెట్టె కోళ్ళలో ఈ వ్యాధి తీవ్రంగా రాదు. పై లక్షణములు కనిపించక, గ్రుడ్ల సంఖ్య

తగ్గిపోవును. సూక్ష్మదర్శిని సహాయమున రెట్టను పరీక్షించినచో ఈ వ్యాధిని కనుగొనవచ్చును.

**నివారణ పద్ధతులు :**

1. ఈ వ్యాధి నివారణకు లిట్టర్ పొడిగా వుండుట ముఖ్యము.

2. కోళ్ళ పెద్దలలో ప్రవేశించువారు కాళ్ళను క్రిమినంహార నీటిలో ముంచి తరువాత ప్రవేశింప వలయును.

3. పెద్ద కోళ్ళవద్ద పనిచేయువారు కోడిపిల్లల దగ్గరకు వెళ్ళరాదు.

4. క్రొత్తగా కొన్న కోళ్ళను పాత కోళ్ళతో కలుపరాదు.

5. ఈ వ్యాధిని రాకుండా ఆరికట్టుటకు మేతలో “కాక్సిడియో స్టాప్” అనే మందును, కోడిపిల్లలు పుట్టినప్పటినుండి 16 వారముల వరకు వాడాలెను.

3. ఒకవేళ ఈ వ్యాధి సోకినచో “యాంట్రాల్” “క్రాడినాల్” “సర్విమెడ్” మొ॥ వానిలో ఏమిండు నైనను త్రాగే నీళ్ళలో కలిపి ఈ వ్యాధిని నివారించ వచ్చును.

**ఆంగ్లము :** డా॥ యం. మహేందర్.

**తెలుగున :** సి. హెచ్. సత్యనారాయణ.

## 155. మాంసము నిచ్చే జంతువుల పోషణ

కాహారపు మాంసకృత్తుల పదార్థములవెల, మాంసాహారపు మాంసకృత్తుల పదార్థములయొక్క వెలలో 3వ వంతు నుండి 10వ వంతు వరకు వుండును. కావున మాంసాహారమునకు పనికివచ్చే జంతువుల ఉత్పత్తిపోషణ లాభసాటిగా జరుగవలెను.

ఈ జంతువులను మాంసాహారమునకై అవి పెరిగించున్నప్పుడు చంపుదురు.

**మాంసము కొరకు జంతువుల ఉత్పత్తి కార్యక్రమము**

ఈ కార్యక్రమము చాలా ప్రధానమైనది. అధిక సంతానోత్పత్తికై త్వరితముగా పెరుగుచు,

తక్కువ ఆహారముతో ఎక్కువ మాంసమును ఉత్పత్తిచేయు శక్తి జాతులలోను, వ్యక్తిగత జంతువులలోను, పలువిధములైన తేడాలతో సంక్రమించును. ఈ లక్షణములన్నియు లాభసాటి లక్షణములు. వైవిధ్యముతో ఈ లక్షణములు సంక్రమించుటవలన ఒకే జాతిలో వున్న అన్ని జంతువులు మాంసమును ఉత్పత్తిచేయుటతో సమాన స్థాయిలో వుండవు సంక్రమించిన లాభసాటి లక్షణములు పూర్తిపరిణతిని పొందవలెనన్న జంతువుల పైన వాతావరణ ప్రభావము, వాని ఆహారము అనుగుణముగా వుండాలి. సమగ్రమైన పుష్టికరమైన ఆహారము, సరియైన పోషణా పద్ధతులు, రోగము లేకుండుట, జంతువుల మొక్క మాంస ఉత్పత్తి శక్తికి దోహదం చేస్తాయి.

అధికమాంస ఉత్పత్తి శక్తికి కావలసిన లాభసాటి లక్షణములు జంతువులనుంచి తమ సంతానమునకు సంక్రమించనిచో, ఆహారముపై ఖర్చు ఎక్కువగును. అధిక మాంసపు దిగుబడిని పొందలేము. అంతర్గతంగానున్న మాంస ఉత్పత్తి శక్తిని, లాభసాటిగా ఉపయోగించుకొనుటకు చక్కని పోషణా పద్ధతులను అవలంబించవలెను.

ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని దక్కన్ జాతిగొట్టెల నల్లని రంగు, యార్కుమైర్ పండుల తెల్లనిరంగు, మెరినో జాతి గొట్టెల ఉన్ని ఉత్పత్తి శక్తి అధిక సంక్రమణ శక్తితో తమ సంతానమునకు సంక్రమింప గలవు. ఇటుల కొన్ని లాభసాటి లక్షణాలు మాంసపు ఉత్పత్తి జంతువులకు సంక్రమించినను, శారీరక పోషణా కార్యక్రమమున్ను అనువగు పద్ధతులున్న ఉన్నపుడే సంక్రమించిన శక్తులు లాభసాటిగా పనిచేయగలవు.

**మాంసము నిచ్చే జంతువుల పోషణా పద్ధతులు :**

మాంసముకొరకు జంతువులు విస్తృతంగా పెరిగేటప్పుడు చంపబడును. కావున వాటి పెరుగుదలకు

అనుచైన ఆహారాన్ని ఇవ్వవలసి వుంటుంది. ఈ మాంసజాతి జంతువులు రెండు రకములు. ఒక రకము జంతువులు పశుగ్రాసాలతో అధిక పెరుగుదల పొందుచుండును. గొట్టె, మేక, పశువు ఈ రకమునకు చెందినవి. మరొక రకము మాంసజాతులు, మానవుల ఆహారపదార్థములతో అధిక పెరుగుదల పొందుచుండును; పంది, కోడి మొదలైన జాతులు మానవులతో తమ ఆహారపదార్థముల కొరకు పోటీగా యున్నవి. అందుచే ఈ రకపు మాంసజాతుల ఆహారపు ఖర్చులు 80% వరకు యుండును. గొట్టె, మేక, పశువు మొదలైన జాతుల ఆహారపు ఖర్చులు అరుదుగా మాత్రమే 40 శాతము మించి యుండును.

మాంసాహారమునకు పనికివచ్చే జంతువుల ఆహారానికై తక్కువగా వ్యయంచేసి, వాని మాంసపు అమ్మకంవలన ఎక్కువ అర్జించుటయే ఈ వ్యాపారంలో పరమధ్యేయము.

**మాంస ఉత్పత్తికి అనువగు ఆహారపదార్థాలు :**

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో అధిక మాంస దిగుబడికై జంతువులకు పనికివచ్చే ఆహార పదార్థాల అంశాలను మనం సమీక్షించవలెను. శారీరక పోషణకు, పెరుగుదలకు కావలసిన ఆహార పదార్థాలలో, నీరు, కర్బవోదజములు, మాంసకృత్తులు, నారపదార్థం, క్రొవ్యు, ఖనిజ లవణాలు, విటమినులు అత్యంతావశ్యమైనవి.

ఆహార పదార్థంలో నీటి శాతమెక్కువైనచో పదార్థపు ఆహారవిలువ తగ్గుతుంది. నీరు ఆహార పదార్థంలో 10 శాతమునకు మించియున్న ఆహార పదార్థము నిలవయుండదు. అధికంగా క్రొవ్యు పట్టని మాంస ఉత్పత్తికి ఆహార పదార్థాలలోని మాంసకృత్తులు మిక్కిలి అవసరం. ముఖ్యంగా పెరిగేదశలో నున్న జంతువులకు నాణ్యమైన

మాంసకృత్తులుగల ఆహార పదార్థములు ఆవసరము. తెలికపిండ్లు, చేపలపొడి మొదలైనవి నాణ్యమైన మాంసకృత్తులు గల ఆహారపదార్థములు, పిండిపదార్థములు కలిగినవన్నియు కర్మనోగజములు అందురు. ఇవి శరీర ఉష్ణతకును, పనిచేయుటకును వలయు వేడిమిని ఇచ్చును.

క్రొవ్య పదార్థములు, పిండి పదార్థములువలె శరీరమునకు ఉపయోగించును.

నారపదార్థమును గొట్టె, మేక ఉపయోగించుకొను నట్లుగ పంది ఉపయోగించుకొనలేదు. ఖనిజలవణములు, పశువులకు పెద్దే గింజలతో తక్కువగా యుండును. ఎండుగడ్డితోను, పశుగ్రాసాలతోను ఖనిజలవణములు ఎక్కువగా యుండును. లెగ్యూమ్ జాతి గ్రాసములైన, బొబ్బర, లూసర్ను, బల్బీము మొదలైన వాటిలోముఖ్యంగా కాల్షియాధాతువు ఎక్కువగా యుండును.

కావలసిన ఆహారపు రకము - మాంసజాతి పశువుల యొక్క పెరుగుదల దశమీదను, ఉత్పత్తి చేయవలసిన పదార్థముపైను ఆధారపడి యుండును. వివిధ తరగతులకు వలయు దినసరి ఆహారపట్టికలు పశువైద్య కళాశాలలో పనిచేయు మాంసజాతి పశుశాస్త్ర నిపుణులవద్దనుంచి పొందవచ్చును. అంటువ్యాధులనుంచి, పరాన్నభుక్కులైన కీటకముల నుండి, కడుపులోని పాముజాతి పురుగుల బారినుండి పశువులకు రక్షణ ఎంతేని ఆవసరం. అప్పుడే మాంసఉత్పత్తి లాభసాటిగా ఉంటుంది.

**పంది పిల్లల పెంపకము :**

చిన్న పంది పిల్లలు, 3 వారముల వయస్సు వచ్చుసరికి, ఘనపదార్థములు తినుట మొదలిడును. ఒకవేళ అట్లు కానిచో అవి తినుటకు తగిన అవకాశము కల్పించి వాటికి ఘనపదార్థములు తినుట నేర్పవలెను. చిన్న పందిపిల్లలకు ఆహారము పెట్టనపుడు పెద్ద పందులతో కలిపి పెట్టకూడదు. పంది పిల్లల ఆహారము ఎక్కువ శక్తినిచ్చు పదార్థములు కలిగియుండి, విటమినులు

మాంసకృత్తులు పెరుగుదలకు తగినంత పాళ్లలో కలిగియుండవలెను. ఈ ఆహారము రుచివంతముగా యుండుటకు 10 పాళ్లవరకు చక్కెరమిడిని కలపవచ్చును.

పందిపిల్లను 8 వారముల వయస్సు వచ్చునప్పటికి క్రమక్రమముగా తల్లి పాలనుంచి తరలించి, ఘనపదార్థములు తినుశక్తి కలుగునట్లు చేయవలెను. ఈ వయస్సు అతిక్లిష్టతరమైనది. తల్లిపాలనుంచి ఘనపదార్థములు తినుటకు మార్పు క్రమముగా చేయని యెడల, జీర్ణశక్తి హోయి, విరేచనములగును. రోగనిరోధక శక్తిని కోల్పోయి ఎక్కువ సంఖ్యలో పంది పిల్లలు చనిపోవును. అందుచే మార్పు విషయంలో శ్రద్ధవహించవలెను. తల్లి పాలనుండి వేరు చేసిన కొలది దినములలోనే ఎలిక పాములు పోవుటకు మందు వేయవలెను ఆరోగ్యరక్షణ పందుల పెంపకములో అతిముఖ్యము.

**గొట్టెపిల్లల పెంపకము :**

గొట్టెలలో లాభసాటి మాంసఉత్పత్తికి, గొట్టెలు ఈనుటకు ముందుగా తగినశ్రద్ధ, పోషణ విషయములలో తీసుకొనవలెను. ఇవి ఈనే కాలంలోనే ఆనేకమైన రోగాలకు, చావులకు గురియగును.

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో నిష్టేంబరు - డిశెంబరు నెలల మధ్య గొట్టెలు అధిక సంఖ్యలో ఈనుతాయి. గొట్టెపిల్లలు పుట్టిన గంటలేక రెండు గంటలలోపున తల్లివద్ద పాలు కుడువవలెను. బలంగా వుండే గొట్టె పిల్లలు పుట్టిన కొలది నిముషాలకు తల్లివద్ద పాలు కుడుచుట మొదలు పెట్టును. బలహీనమైన పిల్లలకు సహకారము చేయవలసివచ్చును. 120 రోజుల వచ్చినపుడు, తల్లిపాలు సరిపోవు. ప్రైగా వేసవి కాలము మొదలగుటచే పచ్చికనువులు తగినంతగా దొరకవు. అందుచే శక్తివంతమైన దాణామిశ్రమం పెట్టవలసిన ఆవసరం ఉంది.

భారతదేశంలో ఉన్న గొట్టెల సంఖ్యలో 1వ వంతు గొట్టెలు ఆంధ్రప్రదేశ్ లో గలవు.

**మూలము :** డా॥ యం. మహేందర్.

**తెనుగు :** డా॥ మల్లయ్యశాస్త్రి.

## 156. పందుల పరిశ్రమ

భారతదేశంలో మొత్తము 50 లక్షల పైగా పందుల సంఖ్యగలదు. వీటిలో, పదిలక్ష యాభై వేలు ఉత్తర ప్రదేశ్‌లోను, దాని తదుపరి 8 లక్షలు బీహార్‌లోను, 6 లక్షలు ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోను, 8 లక్షలు మద్రాసులోను మరియు 4.5 లక్షలు మద్రాసు లోను మరియు 4.5 లక్షలు ఆస్సాము రాష్ట్రము లలోను కలవు.

పందుల పెంపకము భారతదేశములో ఇంకను ఆదిమ దశయందే యున్నది. ఇప్పటికిని ఈ పరిశ్రమ పేదవారైన నిమ్మజాతులవారిచే చేయబడుచున్నది. వారు పురాతనమైన అనాగరిక ఆశ్రమ పద్ధతులనే అవలంబించి పందులను పెంచుతున్నారు. నాటుపంది గ్రామ వీధులలో తిరుగుచు చిన్నగా నుండి తొందరగా ఎదుగదు. తక్కువ సంఖ్యలో పిల్లలను పెట్టును. ఈజాతి పందుల పరిశ్రమవల్ల ఎక్కువ లాభములుకూడ యుంతువు.

కాని స్వాతంత్ర్యము వచ్చిన తదుపరి జాతీయ పంచవర్ష ప్రణాళికలద్వారా, పందుల పరిశ్రమకు మంచి పురోభివృద్ధి లభించినది. ఎన్నియో పందుల పెంపక కేంద్రములు దేశములు వివిధచోట్ల స్థాపింపబడినవి. ఈ కేంద్రములలో ఆధునిక సాంకేతిక పద్ధతులద్వారా పందుల పోషణ జరుగుచున్నది.

పందుల జాతిని ఎన్నుకొనుటకు సూత్రములు :

పందుల జాతిని ఎన్నుకొనునపుడు - ఆజాతిని ఎక్కువ సంఖ్యలో పిల్లలను పెట్టనవిగా యుండి, పుట్టిన పిల్లలు తొందరగా ఎదిగి, అమ్మినచో ఎక్కువ లాభములు రావలెను.

పందులలో వివిధ జాతులు :

పందులలో "బేకన్" (మాంసము) మరియు

"లాడ్" (క్రొవ్వు) జాతులను రెండువిధములు ఉండెడివి. కాని ఈ మధ్యన అమెరికా మరియు యూరప్ దేశాల్లో "మాంసపు" జాతి పందులకై ఎక్కువ శ్రద్ధ చూపబడుచున్నది.

భారతదేశములోని పందుల జాతులు :

1. నాటుపంది : ఇది సాధారణంగా గ్రామాలలో నుండు జాతి. వీటికి జాతి నిర్ధారణకు అనుకూలములైన ప్రత్యేక లక్షణములు లేవు. ఇవి బాగా ఎదుగవు; మాంసముయొక్క నాణ్యత తక్కువ.

2. పెద్ద తెల్ల యార్కుషైర్ పందులు : ఈ జాతి ఇంగ్లండు దేశములోని ఉత్తర ప్రదేశాలలో లభించును. ఇవి నాటుపందులకు అభివృద్ధి చేయుటకు భారత దేశమునకు దిగుమతి చేయబడుచున్నవి.

3. మధ్యతరగతి తెల్ల యార్కుషైర్ పందులు : ఇది ఆంగ్లదేశపు జాతిపంది. ఆ దేశములోని చిన్నరకపు పందులను పెద్ద తెల్ల యార్కుషైర్ పందులతో సంగమముచేసి సంగరజాతి అభివృద్ధిచేయబడినది. భారతదేశములో నాటు పందులకు అభివృద్ధి పరచుటకు వీటిని ఉపయోగించుచున్నారు.

4. ఐర్ల్యాండ్ పందులు : ఈ జాతికూడా ఆంగ్లదేశములోనిదే. ఈజాతి అతి పురాతనమైన పందులలోనిది; భారతదేశములో ముఖ్యంగా దక్షిణ భారత రాష్ట్రములలో నాటు పందులను అభివృద్ధి పరచుటకుగాను ఎక్కువగా ఈ జాతి వాడబడుచున్నది.

5. ముఖ్యమైన ఇతరజాతులు : "బెస్టర్ వెబ్స్" "డ్యూరాక్" "హ్యూమ్ పైర్" "ఫోలేండ్ చ్లెనా" "టాప్ వర్డు" మరియు



“వనెక్స్ స్మూడిల్ బ్యాక్” అను ఆంగ్లదేశము లోని మరికొన్ని పండుల జాతులు.

సంతానమునకై పెంచు పండులకు ఇచ్చు ఆహారము; వాని యాజమాన్య పద్ధతులు :

పశువులందును గొట్టెలందును ఉన్నటులగాక పండులకు సాధారణరకమైన జీర్ణకోశము ఉండును. అందుచే ముడిపీచు (Crude fibre) ఎక్కువగా యున్న గ్రాసమును, ఫలవంతముగా జీర్ణించుకో లేవు. అందుచే వాటికి “ముడిపీచు” పదార్థము ఎక్కువగా లేని ఆహారమును అనగా ధాన్యపు గింజలను (Cereal grains) మరియు వాటిచే లభించు ఇతర పదార్థములను పెట్టవచ్చు.

పండులకు ఋతుకాలము (Breeding Season)లో పెట్టు ఆహారము; వాని సంరక్షణసూత్రములు :

పండులయొక్క ఋతుకాలములో వాటికి తగు ఆహారము నిచ్చి, సక్రమమైన సంరక్షణ చేయనిదే, వాటికి పుట్టు పిల్లలు చిన్నవిగా నుండి బలహీనంగా నుండును.

పోతుపందికి ఇచ్చు ఆహారము; వాని పోషణ పద్ధతులు :

ఋతుకాలంలో పోతుపండులకు సరియైన పోషకాహారము ఇవ్వనిచో వాటి ఆరోగ్యము బాగా లేనందున, వాటిచే పుట్టు పందిపిల్లలు చిన్నవిగాను, బలహీనంగాను యుండును. అందుచే పోతుపండులకు ఋతుకాలమున, ఆడపండులకును ఇచ్చునటు వంటి ఆహారమునే ఈయవలెను. ఈ దిగువ సూచించిన ఆహారము ఋతుకాలమున పండులకు ఇవ్వవలెను.

1. మొక్కజొన్నలు లేక జొన్నలు 73.0 పాళ్ళు
2. గోధుమల నూక 15.0 పాళ్ళు
3. మాంసపుపొట్ట 5.0 ,,

4. సోయాగింజల పిండి 6.0 పాళ్ళు
5. లవణ మిశ్రమము 0.5 ,,
6. ఉప్పు 0.5 ,,

ఆహారము, మేపు పద్ధతులు :

పండులకు ఆహారమును తూకంగా, గ్రహించి దానిని చేతులమీదుగా మేపటము (Hand Feeding) ఒక పద్ధతి. పండులు వాటికి అవే ఇచ్చాను సారముగా తినడము రెండవ పద్ధతి. రెండవ పద్ధతిలో శ్రమ, ఖర్చులు తక్కువ. మరియు పండులు కావలసినంతగా వాటంతట అవియే తిని, బాగా పెరిగి, చేతిమీదుగా మేపిన దానికన్న ఎక్కువ లాభములు గడించును.

ఆహార సూచికలు (Rations):

పండులకు వాడు ఆహారములో ఎక్కువగా, వ్యవసాయమువల్ల దిగుబడి అయ్యే ధాన్యపు గింజలను వాడటము లాభదాయకము. మొక్కజొన్న ఆహారము పండులకు మంచి బలమునిచ్చి వాటిని తొందరగా వృద్ధిచేయును. సగ్గుబియ్యము, గోధుమలు, యవలు, మరియు జొన్న ధాన్యము, యెక్కువగా విసిరి ఇవ్వవచ్చును. పండులకు ఇచ్చు ధాన్యముగానీ, పచ్చిమేతగానీ, వాటికి కావలసిన మాంసకృత్తులు, లవణములు, విటమినులు, మరియు యాంటి బయటిక్యులను పూర్తిగా ఇవ్వజాలవు. అందుచే ఈ పదార్థములను ఆహారమునందు అదనముగా కలిపి ఇవ్వవలెను.

మాంసకృత్తులు :

మొక్కజొన్నలు పండులకు ఇచ్చు ముఖ్యమైన ఆహారధాన్యము. కాని మొక్కజొన్న యందు “లైసీను” మరియు “ట్రోప్టోఫెను” అను రెండు రకములైన ముఖ్యమైన మాంసకృత్తులు చాలవరకు లోపించినవి. జంతుజాతికి సంబంధించిన మాంసకృత్తులలో అనగా జంతువుల మాంసపు పొడిలో లేదా చేపపొడిలో ఈ రకమైన “అమినో

యానీడ్సు" ఉండునుగాన పండుల ఆహారములో జంతు మాంసపుపొడి, లేదా, చావపొడిని కల్ప వలెను.

**యాంటిబయాటిక్స్ :**

పంది పిల్లలకు పాలు వదలినప్పటినుండి అమ్ముటకు వయస్సు వచ్చేవరకు యాంటిబయాటిక్స్ పదార్థమును ఆహారమునందు కలిపి యిచ్చిన వాటి శరీరముయొక్క తూకపు బరువులో 10-20% హెచ్చగుటయేగాక, ఎన్నియో రోగములనుండి అవి కాపాడబడును.

**విటమినులు :**

పండుల పోషణకు, ఆహారములో ఎ,డి,ఇ మరియు బి జాతికి చెందిన విటమినులను చేర్చటము అత్యంత అవసరము. ఆహారములో విటమిను B<sub>12</sub> ను చేర్చుటచే ఆహారములో ఆదనముగా కలిపి మాంసకృత్తులను 14% వరకు తగ్గించవచ్చును. ఎట్టి విటమినులైతే ధాన్యమువ్వారా, అదనపు మాంసకృత్తులద్వారా, లేదా పచ్చిమేత ద్వారా, ఇవ్వటానికి వీలవునో అట్టి విటమినులను "యాంటి బయటిక్స్" లను కలిపి ఆదనపు ఆహారముగా ఇవ్వవచ్చును.

**లవణములు :**

చిక్కుడు జాతికి చెందిన పచ్చి రొట్టతో చిలికిన పాలు, లేదా మాంసపు పొడిగాని, ఎముకల పొడిగాని, కలిపి ఆహారములో ఇచ్చినచో పండులకు లవణములు అదనముగా ఆహారములో కలిపి ఇవ్వనవసరములేదు. కాని ఏ పండులకైతే, వృక్ష జాతికి చెందిన మాంసకృత్తులను ఇచ్చి నాసిరకపు పచ్చిమేత పెట్టుచుండెదరో వాటికి లవణములు, సున్నము, భాస్వరము, మరియు ఉప్పు అదనముగా ఆహారములో జతచేసి ఇవ్వటము అవసరము. సున్నము (Calcium) ను, భాస్వరమును

ఉప్పును, ఉపలవణములను - అనగా అయోడిన్ రోహము, రాగి, సత్తు, మాంగనీసు, మరియు కోబాల్టు, మొదలగునవి - కూడా రోహ మిశ్రమములో చేర్చి ఇవ్వవలెను.

**నీరు :**

పండులకు దినమునకు వాటి తూకమున ప్రతి 4/5 కిలోల బరువుకు 2 నుండి 3 లీటర్ల మంచి శుభ్రమైన నీటిని ఎప్పుడూ త్రాగుటకు అందుబాటులో నుంచవలెను. పంది కూనలకును వానికి పాలిచ్చుతల్లి పండులకును నీరు ఎక్కువ అదనంగా అవసరము. చలికాలమునకన్న వేసవి కాలములో పండులు ఎక్కువ నీరు త్రాగును. ఈ హెచ్చుతగ్గులను గమనించి రైతులు కావలసిన నీరు ఇవ్వవలెను.

**వ్యాధుల మరియు పరాన్న భుక్కుల నివారణ :**

వ్యాధులవల్లను వాటిలో నుండు పరాన్న భుక్కులవల్లను పండులకు ప్రతిసంవత్సరము తీరని నష్టము కలుగుచున్నది.

పండులకు సంక్రమించు ఎన్నో వ్యాధులు, రోగాలు, పురుగులు, నట్టలు, ఇతర జాడ్యములను రాకుండా నివారించవచ్చును. రోగ చికిత్సకన్న రోగ నివారణ ఎంతయో సుఖపు.

**రోగనిరోధక చర్యలు :**

పండుల గూడులను కడిగి శుభ్రముగా యుంచిన అవి ఆరోగ్యముగా ఉండును. గూడులను, కావలసినంత వెలుతురు స్వచ్ఛమైన గాలి, వచ్చునట్లుగా నిర్మించవలెను. గూడులలో పండులను కిక్కిరిసి, ఒకేచోటను గుమిపరచరాదు. క్రిమి సంహారక ద్రవముతో గూడులను ఎల్లప్పుడు శుభ్రపరచి ఆరునట్లు చేయవలెను.

**పండులకు వచ్చు రోగాలు :**

పండులలో గత్తర ("హాగ్ కలరా)" "స్ట్రైన్ ఇరిసిపిలోస్", "బ్రాసిల్లాస్", పండుల మళుచి

కము (Small Pox), గాలికుంటు “సన్ ప్లేగు”  
“నేవల్ ఇత్” “పిగ్ లెవ్” “శున్నులింజా”  
“యాంతరాక్స్” రక్త విరోచనములును, మరియు  
టి.బి.లును మొదలగు రోగాలవలన మిక్కిలి నష్టము  
కలుగుచున్నది.

### పండుల గత్తర (Hog Cholera) :

ఈ వ్యాధి తీవ్రమైన అంటువ్యాధి; తరుచుగా  
చిన్నవయస్సుగల పండులకు వచ్చును. ఈరోగముచే  
పండులకు తీవ్రమైన జ్వరము తగులును. ఆకలి  
యుండదు. తినటము మానివేయును. బరువు తగ్గి  
సన్నగిల్లును. మరియు మెడక్రింద భాగమున, పొట్ట  
క్రింద ఎఱ్ఱని లేదా నల్లగా కమిలి చారలు ఏర్ప  
డును. శ్వాస ఆడక, వ్యాధిసోకిన 8 నుండి 7 దిన  
ములలో పంది చనిపోవును.

### చికిత్స :

ఈ వ్యాధికి ఏ చికిత్సయు లేదు. వ్యాధి తగిలిన  
వాటిని గూడునుండి వేరుచేయవలెను. ఆరోగ్యంగా  
యున్న మిగిలిన పండులకు వ్యాధినిరోధక టీకాలు  
ఇప్పించవలెను. గూళ్ళను క్రిమినాశక ద్రవ  
ముతో కలిపిన నీటితో శుభ్రంగా కడుగవలెను.

ఇరిసిపిలోస్ :- దీనినే వక్ష చర్మవ్యాధి అనియు  
అందురు. ఇది సూక్ష్మక్రిములవల్ల సోకుచున్నది.  
ఈవ్యాధి తీవ్రంగాను లేదా ఉద్రిక్తంగాను కొన్ని  
దినముల వరకును వచ్చును. ఈ రోగము కొన్ని  
దినముల వరకు గడచినచో పండులలో కీళ్ళువాచి,  
బిగిసిపోవును. భారతదేశములో ఈ వ్యాధి జూన్  
నెలనుండి అక్టోబరు వరకు సోకును.

### చికిత్స-వ్యాధినిరోధకము :

వ్యాధి సోకిన వాటిని గూటినుండి వేరుచేయ  
వలెను. దగ్గరలో నున్నవాటికి “యాంటిసీరం”  
అను టీకాను వేయించవలెను. వ్యాధి నిరోధక  
టీకాను, ఆరోగ్యముగా నున్న పండులకు  
ఏప్రియల్ మే నెలలలో వేయించవలెను.

### బ్రూసిల్లోసిస్ :

ఇది పండులలో గర్భస్రావము కలుగజేసి  
నష్టము చేయును. ఇది సూక్ష్మక్రిములవల్ల సోకును.

### చికిత్స-వ్యాధినిరోధకము :

దీనికి ఓకిత్స లేదు; పండులను ఆరోగ్యవంశ  
మైన మందలనుండి కొనవలెను. గూడులను క్రిమి  
సంహారక ద్రవము కలిపిన నీటితో శుభ్రముగా  
కడుగవలెను.

### పండుల మశూచికము :

ఇది సూక్ష్మమైన జీవుల “వైరస్” వల్ల కలు  
గును. దీనిచే జ్వరము, చర్మముపై బొబ్బలు  
ముఖ్యముగా చెపులవెనుక, తొడలమధ్య, పొట్ట  
క్రింద పొడిచి, చీము పట్టును. ఆకలి యుండదు  
శ్వాసకోశము వాచి జ్వరము ఉండును.

### చికిత్స-వ్యాధినిరోధకము :

వ్యాధి తగిలిన వాటిని వేరుచేసి వాటిని  
మాంసముకొరకు కొనుక్కొనడం మంచిది.

### పండుల గాలికుంటు :

ఈ అంటువ్యాధి, అతి సూక్ష్మక్రిముల (“వైరస్”)  
వల్ల సోకుచున్నది. ఈ వ్యాధిచే తీవ్రజ్వరము వచ్చి  
నోటిలో బొబ్బలు పొడిచి పుండ్లు పడును. కాలి  
గిట్టల మధ్యను పుండ్లు పడును.

### రోగనిరోధము :

రోగమునకు గురియైన పండులను వేడవరక  
వలెను. పందిగూళ్ళను క్రిమినాశక ద్రవము  
కలిపిన నీటితో శుభ్రముగా కడుగవలెను.

### పండుల రక్తదోమ్ము :

ఇదియును ఒక రకమైన సూక్ష్మక్రిములవల్ల  
వచ్చే అంటువ్యాధి. పండులకు అతి తీవ్రమైన  
జ్వరము తగులును. ముక్కునుండి గుదమునుండి  
శరీరములోని అంగములనుండి మూత్రపిండముల,

నుండి నెత్తురు వెలువడును. మూత్రములో నెత్తురు కలిసి ఎరువు రంగులో నుండును.

**రోగచికిత్స-రోగనిరోధము :**

వ్యాధికి చికిత్స అట్టేలేదు. మరణించిన పండులను శవపరీక్షకై కోయనివ్వకూడదు. చనిపోయిన వాటిని గోతిలో సున్నముపోసి పూడ్చించవలెను. లేదా నిప్పుపెట్టి కాల్చివేయవలెను.

రోగము సోకిన మందలోని, ఇతర పండులకు రక్తదోమ్మ టీకాలు వేయించవలెను.

**పండుల జ్వయవ్యాధి :**

ఇది దీర్ఘకాలపు అంటువ్యాధి. సూక్ష్మక్రిముల వల్ల సోకును. పండి కూనలకు జ్వయతోనున్న తల్లి పాలు త్రాగుటచే సోకును. వ్యాధికి గురిఅయిన

వాటికి జ్వరము వచ్చును. శరీరములోని ఏ భాగము నందైనను వాచి కణుతులు పెరుగును. వ్యాధి ముదిరినచో శరీరములోని వివిధ అంగములలో కలుణుతు పెరుగును.

**వ్యాధినిరోధము :**

మందలోనున్న పండులకు “ట్యూబర్ కులిన్” అను జ్వయవ్యాధిని కనుగొను దానిని వేసిన ఈ వ్యాధి యొక్క ప్రథమ దశను కనుగొన వచ్చును. ఇట్టి వాటిని వేరుచేసి చంపటము మంచిది. గూడులను పరిసర ప్రదేశమును క్రిమిసంహారక నీటితో కడిగి శుభ్రపరచవలెను.

**మూలము డా॥ విక్రమరెడ్డి**

**తెనుగు : సి. హెచ్. సత్యనారాయణ**

## 157. బాతుల పెంపకము

ప్రస్తుత దశయందును, ఇక ముందువచ్చే కాలమందును బాతుల పరిశ్రమకు మంచి గిరాకి యున్నట్టుగనే కనబడుచున్నది. అనువైన పరిస్థితులలో బాతుల పెంపకము ఏమంత కష్టమైన పనికాదు గాని, ఈ పరిశ్రమ ఇతర కోళ్ళ పరిశ్రమల పోలికి తట్టుకుని ఉపయోగదారుల అభిరుచిని, వారి మన్ననలను పొందాలన్నచో, బాతుగ్రుడ్డు కోళ్ళ గ్రుడ్లకన్న చౌకధరలో, కావలసినన్ని మార్కెట్లలో ఎప్పుడూ దొరకటం అవసరము. బాతు యొక్క గ్రుడ్డును, మాంసమును రుచికరమైన ఆహారముగా పూర్వకాలము నుండి గుర్తింపబడినవి. ఇతర దేశాలలో బాతుల పరిశ్రమ, కోళ్ళ పరిశ్రమతో పోలిచేయునూ బాగా వ్యాప్తిచెందినది. కాని భారతదేశములో కోళ్ళపెంపకదారులు ఇప్పడే ఈ పరిశ్రమ యందు శ్రద్ధ చూపుచున్నారు.

బాతుల పరిశ్రమ ఇంకా ప్రయోగ దశయందే యున్నదని చెప్పవచ్చును.

**బాతుల పెంపకమువల్ల లాభాలు :-**

1. బాతులకు కోళ్ళకు వచ్చినన్ని రోగాలు రావు. కోళ్ళకన్న బాతులకు రోగనిరోధక శక్తి ఎక్కువ. అవి రోగాలకు బాగా తట్టుకోగలవు.

2. బాతుల మందలో ఒకటితో వేరొకటి పొడుచుకొని గాయపడు సమస్యలు తక్కువ.

3. బాతులకు గృహములు అతినాధారణముగా ఉండును. చౌకగా నిర్మించవచ్చును. అవి ప్రతి కూలవాతావరణ పరిస్థితులకు బాగా తట్టుకోగలవు.

4. బాతుపిల్లలను సుశువుగా పొదగ వచ్చును. వాటికి కోడి పిల్లలకన్న వేడిమియొక్క అవసరము తక్కువ.

5. మాంసమునకు ఉపయోగపడు బాతులు బ్రాయిల్ కోళ్లకన్న వేగముగా ఎదుగును.

6. బాతులు తక్కువ నాణ్యంగా ఉన్న ఆహారమును సైతము ఉపయోగించగలవు. అవి పచ్చి మేతను ఎక్కువగా ఉపయోగించగలవు. వాటి ఆహారములో మాంసకృత్తులు కొద్దిగా నున్నను సరిపోవును.

7. బాతులు బయట తిరిగి కావలసిన పచ్చి మేత, నత్తలు, పురుగులు మరియు కీటకములు మొదలగు ఆహారమును ఏరుకొని తినగలవు.

8. బాతు సంవత్సరమునకు 30 నుండి 50 గ్రుడ్లు కోడికన్న అధికముగా పెట్టును. బాతు గ్రుడ్లు కొడిగ్రుడ్లకన్న పెద్దవిగా యుండును.

9. బాతులు 2 నుండి 3 సంవత్సరముల వరకు గ్రుడ్లు పెట్టి లాభముల ఆర్జింపజేయును.

పైన పేర్కొనినట్లు బాతులవల్ల పెక్కు లాభములున్నను, కోడితో పోల్చిన కొన్ని అల్పమైన నష్టములును లేకపోలేదు. అవి ఏవన : 1. బాతు గ్రుడ్లు పొదుగుటకు కాలవ్యవధి ఎక్కువ (28 దినములు పట్టును). మరియు పొదుగుటకు అయ్యే ఖర్చు సైతము ఎక్కువే.

2. దినము వయస్సుగల బాతుపిల్లల ఖరీద హెచ్చుగా నుండును.

3. గ్రుడ్లు పెట్టు బాతు కోళ్లకన్న ఎక్కువగా ఆహారమును తినును.

### బాతుల జాతులు

మాంసము కొరకు పెంచబడు జాతులు	గ్రుడ్లకై పెంచబడు జాతులు	ద్విప్రయోజక జాతి బాతులు
1. మాస్కావి.	1. ఖాకీ క్యాంప్ బెల్.	1. బిఫ్ ఆర్పింగ్టన్.
2. పెకిన్.	2. తెల్ల క్యాంప్ బెల్.	
3. యెలన్ బురీ.	3. ఇండియన్ రన్నర్.	
4. రోవెన్.		

పిల్లల ఉత్పత్తికై పెంచే బాతులను క్రొవ్వుపట్టి బలువసీయరాదు. మందలో నుండి నాసిరకపు వాటిని అప్పుడప్పుడు ఏరివేస్తూ, ఆ బాతులనే 3 సం॥ వరకు పిల్లలు పుట్టించుటకు వాడవచ్చును. సంతానోత్పత్తికై 7 ఆ బాతులకు ఒక మగబాతు చొప్పున మందయందు ఉంచవలెను. మాంసము కొరకు పెంచబడు మొగ మరియు ఆడ బాతుల జంటను వాటి తూకపు బరువును బట్టి అంగసౌష్టవమును మరియు విక్రయింపబడు వయస్సునందు పుట్టుకొనివచ్చు ఈకల రీతిని ఎంచి ఎన్నుకొనెదరు. తదుపరి నాసిరకము వాటిని ఏరివేసి, ఆరోగ్యంగా యున్న జంటలను పిల్లల ఉత్పత్తికై వాడుదురు.

### గ్రుడ్లను పొదుగుట :

ఒక్క "మాస్కావి" జాతి బాతుగ్రుడ్లతప్ప, మిగతా జాతి బాతు గ్రుడ్లు 28 దినముల వరకు పొదిగిన పిల్లలగును. "మాస్కావి" జాతి బాతు గ్రుడ్లు 35 దినములకు పొదుగబడును. శుభియైన గ్రుడ్డును తయారుచేయుటకు, వెచ్చటిసిటితో సోపు పదార్థమును (Detergent) కలిపి కడిగినచో, గ్రుడ్డుకు అంటిన మట్టి లేక రెట్ట మలినము పోయి శుభ్రమగును. గ్రుడ్డును నీటితో కడిగిన వాటిపై నుండిన సూక్ష్మక్రిములు నశించిపోవును; గ్రుడ్డు బాగా పొదుగబడును. బాతుగ్రుడ్డును పొదుగుటకు 99.5°F ఉష్ణత, మరియు తగుళాతము లేమ ఉండ

వలెను. గ్రుడ్లను పొదుగ బెట్టిన తరువాత 24 దినము లలో పిల్ల ఉత్పత్తి ఆయనదీ లేనిది విద్యుత్ కాంతితో పరీక్షించి చూడవలెను గుడ్డును పొదుగు యంత్రము (Incubator) ను ఫార్మల్ డిహైడ్ వాయువు (గ్యాస్) తో గ్రుడ్డు పొదుగుటకు ముందును మరియు పిల్లలను తీసిన తదుపరిని పొగ వేసిన యెడల సూక్ష్మజీవులు నశించి యంత్రము శుభ్రమగును.

### తడి ఆర్పుట (Brooding)

పిల్లలు పుట్టగానే తడిఆర్పు వెచ్చ చేయటానికి "బ్రాడర్" అను యంత్రమును వాడవలెను. బ్రాడర్ లో సృష్టించిన మొదటి వారము 90° F ల ఉష్ణోగ్రత ఉండవలెను. ప్రతివారము 5° F.ల ఉష్ణ తను తగ్గించుతూ రావలెను. వాతావరణం బాగా ఉన్నచో మూడు వారములలో పిల్లల తడి ఆర్పు టను మానవచ్చును. పిల్లలకు త్రాగటానికి కావలసినంతగా నీరు అన్ని వేళలా అందుబాటులో ఉంచవలెను. మూడు వారముల వయస్సు గల బాతుపిల్ల ఒకటింటికి 3. చ. అడుగుల నివాసపు స్థలము ఇవ్వవలెను.

### బాతు పిల్లల పెంపకము

గ్రుడ్లనుండి పొదిగిన ఆరిన బాతుపిల్లలను "పెద్దమంద" (Intensive System) గాని లేక "చిన్నమంద" (Semi Intensive System) గాని పెంచెడి పద్ధతిని అవలంబించ వచ్చును "పెద్ద మందగా" పెంచువాటికి, బాతు ఒకటింటికి 3. చ. అడుగుల గృహస్థంము అవసరము. కాని బాతు పిల్లలను గుంపుకు లేక మందకు (100) వందగా కూర్చి, పెంచడమువల్ల ఎక్కువ లాభముగా నుండును. బాతులను నే పై పొట్టు (Deep litter) ఎత్తుగా పరచిన గృహములో పెంచడం మంచిది. ఈ పొట్టును విధిగా అప్పుడప్పుడు క్రిందు మీదుగా మార్చిన, లేమ పట్టకుండా

యుండును. బాతుపిల్లలను ఈదుటకు నీటి సౌకర్యము లేకయే పెంచవచ్చును.

### ఎదిగిన బాతులకు గృహవసతులు :

బాతులకు ఉపయోగపడు గృహములు నిరాడంబరంగా ఉండి చౌక ధరలో నిర్మింపబడునట్లుగా యుండినను చాలును. గృహములు లేమలేక పొడిగా ఉండవలెను. గాలి మరియు వెలుతురు కావలసినంతగా రావలెను. కాని చాన నీరు, వడగాడ్పులు రాకుండా నిర్మించవలెను. బాతు ఒకటింటికి 20 చ. అ. ఛాళిస్థళము బాతుల గృహమునకు ముందున తిరగటానికి వదలిపెట్టవలెను. ఈ కాళిస్థళములో చిన్న చెట్లుగాని లేక పొదలు పెంచినగానీ, బాతులకు కావలసిననీడ లభించును. బాతులను పెద్ద మందలుగా గాక చిన్న చిన్న గుంపులలో పెంచిన ఎక్కువ లాభ దాయకము. బాతులు పిరికి పక్షులు. రాత్రివేళల అవి సుఖవుగా భయపడి కేకలెత్తి ఆరచును.

### బాతులు గ్రుడ్డు పెట్టు గూడులు:

బాతులు తరచుగా ఉదయమువేళ గ్రుడ్డు పెట్టును. అవి నేలపై పరచిన పొట్టులో గూడుగా చేసి గ్రుడ్డు పెట్టును. నేలపై నుండి కొద్ది ఎత్తున గోడకు మాయని ఆరలు కట్టిన అవి గూడులాగా గ్రుడ్డు పెట్టుటకు ఉపయోగపడును.

### నీటి తొట్లు :

శుభ్రమైన నీరుకావలసినంతగా ఎప్పుడూ అందుబాటులో నుంచవలెను. నీటి తొట్లలో బాతులు తలముంచి, వాటి ముక్కులు మరియు కన్నుల నుండి, మట్టి, ధూళి మరియు లేమలను శుభ్రపరచుకొనుటకు వీలుగా యుండవలెను. నీటితొట్లను ఎత్తైన గద్దెపై నుంచిన, నీరు తొలికి ఊకపొట్టులో పడి తడవకుండా యుండును.

### వెలుతురు :

బాతుల గృహములలో సహజంగా తొగలువచ్చే దీపములుగాక కృత్రిమంగా దీపపు కాంతి దినము

నకు 15 గంటలవరకు ఉంచవలెను. ఇందుకగాను ప్రతి 200 చదరపుటకు నేలలో 40 క్రొవ్వు వత్తుల బల్బు వాడిన సరిపోవును.

### ఆహారము :

బాతులకు కోళ్లకు ఇచ్చు ఆహారములాంటిదే ఇవ్వవచ్చును. ముఖ్యంగా బాతుల పరిశ్రమలో నాలుగు రకాలైన, ఆహారములను వాడుదురు.

1. పుట్టిన ఆరంభదశలో పెట్టు ఆహారము.

2. పెరుగుతూ వున్న బాతుపిల్లలకు ఇచ్చు ఆహారము.

3. సంతానోత్పత్తికి వాడు ఆహారము.

4. గ్రుడ్డు పెట్టు బాతులకు పయోగించు ఆహారము

బాతులకు ఇచ్చే ఆహారమును తడిపిన నూక (wet wash)గా లేదా ఉండ్రాట్లు (Pellets)గా తయారుచేసి, ఇవ్వవచ్చును. మనుష్యులు తిని మిగిలిన లేదా హోటళ్లలో మిగిలిన ఎంగిలి అన్నము సహితము ఎదుగుతున్న బాతుపిల్లలకు ఇవ్వవచ్చును. బాతులకు ఇచ్చు ఆహారములోని గోధుమ నూకకు బదులు 50 శాతమువరకు రొద్దై ముక్కలను ఆహారములో కలిపి ఇవ్వవచ్చును. చిలికి వెన్నతీసిన పాలు కూడ తడి నూకలో కలుప వచ్చును. పచ్చిమేత ఆహారముగా తరచు వాడవచ్చును. నల్ల, ఎముకలపొడి కావలసినంతగా అన్ని దశలలో ఇవ్వవలెను. పిల్లలుపుట్టిన ఆరంభ దశలో పెట్టు ఆహారము (Starter Ration)లో 20 శాతము వరకు మాంసకృత్తులు కలిపి రెండు వారముల వరకు వాడవలెను. 17 శాతము వరకు మాంసకృత్తులు కలిపిన ఆహారమును ఇచ్చిన సరి పోవును. రిబోఫ్లేవిన్, మాంగనీస్, విటమిన్ ఎ మరియు నియాసిన్ లాంటి పదార్థములు కోడిపిల్లల కన్న బాతుపిల్లల కు ఎక్కువగా అవసరము.

### బాతులకు వచ్చు రోగములు :

కోళ్లతో పోల్చి చూచిన బాతులు ఎక్కువగా వ్యాధినిరోధక శక్తి వంతములై యున్నవి. అయినప్పటికి బాతులలో కూడా కొన్ని రకములగు ప్రత్యేక జాడ్యములు వచ్చి ఆధికసంఖ్యలో అవి చనిపోయి మిక్కిలి నష్టము కలుగును. అవి జీర్ణకోశములోని పలురకములైన పరాన్నభుక్తులు (Internal Parasites) మరియు శ్వాసకోశమునకు చెందిన ఐ.ఎల్.టి. మరియు మశూచికములాంటి అంటు వ్యాధులకు బాగాతట్టుకోగలవు. బాతులను ఆధిక సంఖ్యలో గుంపుగా తడిసిన ఊకపొట్టు మీద ఉంచి నచో వాటికి యుండు సహజ శక్తి తగ్గి అవి రోగాలకు గురి అగును. బాతులకు సక్రమంగా వేళకు తగు ఆహారము పెట్టకున్నను, శుభ్రమైన నీరు ఇవ్వకున్నను, గృహములో గాలి వెలుతురు బాగుగా రాకున్నను అవి వ్యాధులకు లోనగును. బాతులలో 50 శాతము పైగా మరణ నష్టము కలిగించు వ్యాధులు :- (1) తెల్లకన్ను లేక జున్ను కన్ను వ్యాధి ("white eye") ఇందు; విటమిన్ A కొరత యుండును. (2) విషపు ఆహారము (Botulism); ఇది క్లాస్టియమ్ బాటులిసమ్ అను సూక్ష్మక్రిములవల్ల ఆహారములో ఉత్పత్తియైన విషము (3) "ప్యారాటైఫైడ్"; ఇది సాల్మోనిల్లా" లాంటి సూక్ష్మక్రిములవల్ల బాతుగ్రుడ్ల ద్వారా ప్రబలును. (4) బాతుల గత్తర (Duck cholera)- ఇది "ప్యెస్టురిల్లా" అను సూక్ష్మక్రిములవల్ల వ్యాపించును. తీవ్రమైన వ్యాధితో బాతులు తొందరగా చనిపోవును. ఒకప్పుడు వ్యాధి తీవ్రతగా లేక కొంత కాలము అవి వ్యాధితోనుండి చనిపోవును.

### మూలము :

డా॥ యం. మహేందర్.

### అనువాదము :

డా॥ సి.హెచ్. సత్యనారాయణ.

# 158. పశువులనుండి సంక్రమించు వ్యాధులు

( Zoonotic Diseases )

పశువులనుండి మానవులకు మరియు మానవులనుండి తిరిగి పశువులకు సంక్రమించు వ్యాధులను "జూనోసిస్" యని యందురు.

ప్రపంచ ఆరోగ్య సంస్థ (W.H O.) బహురకములైన పశువులనుండి మానవులకు సంక్రమించు వ్యాధులను గుర్తించినది వాటిలో ముఖ్యమైన కొన్నింటిని ఈ క్రింద విభజించి వివరించడమయినది.

1. శ్లేష్మియా మరియు వైరస్ లాంటి సూక్ష్మక్రిములవల్ల సంక్రమించే వ్యాధులు.

2. ఫురుగు (పరాన్న భుక్కుల) వల్ల సంక్రమించునవి.

3. "ఫంగల్"

4. "రికెట్టియాల్"

పశువులనుండి మనుష్యులకు సోకు వివిధ రకములైన వ్యాధులు ఈ క్రింద సూచించిన పట్టికలద్వారా విపులీకరించ బడినవి.

(ఏ) మానవులకు సంక్రమించు పశువుల వ్యాధులు :

I. గుట్టములనుండి మానవులకు అంటువ్యాధులు "బాక్టీరియల్" మరియు "వైరస్" సూక్ష్మక్రిముల వ్యాధులు :

1. గ్లాండర్స్ 2. రెబీస్ - పిచ్చి,

3. యాంటరాక్స్ (రక్తదోమ్రు)

4. థసుర్ వాతము (టెటనస్) :

5. గర్భస్రావము (బ్రూసిల్లోసిస్) :

6. అశ్వ సంక్రమిత - పాండురోగము :

(ఈక్వైన్ ఇన్ ఫెక్షన్ ఎంమియా).

II. "ఫంగల్" : (చీడవ్యాధులు).

1. యాక్టినో ఫైకోసిస్

2. యాస్పేర్ గిల్లోసిస్

3. తామర (రింగువర్మ్)

4. రీనో స్పోరిడియోసిస్

III. పురుగులచే సంక్రమించు వ్యాధులు:

1. గజ్జి (మెంట్).

2. శిష్టా సోమ్యాసిస్

3. సార్కో సిస్టోసిస్

(బి) గో, మహిషములవల్ల సంక్రమించునవి

1. గాలికుంటు (పుట్ అండ్ మూత్).

2. పిచ్చి (రేబీ)

3. యాంతరాక్స్ (రక్తదోమ్రు).

4. గర్భస్రావము (బ్రూసిల్లోసిస్).

5. లిస్టిరియోసిస్

6. క్షయ (ట్యూబర్ కులోసిస్).

7. సార్కోమియోసిస్

8. లెప్టో స్పైరోసిస్

I. ఫంగల్ వ్యాధులు-చీడ

పై పేర్కొనిన గుర్రాలవలనసంక్రమించు వ్యాధులు కూడా గో, మహిషములవల్ల సంక్రమింప వచ్చును

II. పురుగులు మరియు పరాన్నభుక్కులచే సోకునవి :

1. టాకోస్పాస్మాసిస్.

2. హైడా టిడోసిస్.

3. సార్కో సిస్టోసిస్.

4. శిష్టా సోమియాసిస్.

5. గజ్జి (మేంట్)

6. సిస్టిసర్ కోసిస్.



(సి) పండుల నుండి మానవులకు సంక్రమించునవి :

I. బేక్టెరియల్ మరియు వైరల్ సూక్ష్మక్రిముల నుండి :

1. పిచ్చి (రేబీస్).
2. రక్తదోమ్మ (యాంట్రాక్స్).
3. గర్భస్రావము (బ్రూసిల్లోసిస్).
4. వాయుపుకళ్ళు (గ్యాస్ గ్యాగ్రీన్).
5. లిస్టిరియోసిస్, రి. షయ.
7. సాల్మోనెల్లాసిస్.

II. పురుగులు మరియు పరాన్న భుక్తులవల్ల :

1. ఆమీబియాసిస్.
2. ఏడుకపాములు (అస్కేరియాసిస్).
3. బాలెంటిడియాసిస్.
4. పందిమాంస పురుగులు (ప్రోక్కుమిజిల్).
5. డ్రికినియాసిస్.
6. హైడ్రాడిడ్లోసిస్.
7. మెటా స్ట్రెంగైలోసిస్.

డి. గొణ్ణెలు మరియు మేకలవల్ల సంక్రమించు వ్యాధులు :

I బాక్టీరియల్ మరియు వైరల్ సూక్ష్మక్రిముల వల్ల వచ్చునవి :

1. రక్తదోమ్మ (యాంట్రాక్స్).
2. అంటుకురుపులు (కంటెజియస్ ఇక్ థైమా).
3. గర్భస్రావము (బ్రూసిల్లోసిస్).
4. ఊయ (ట్యూబర్ కులోసిస్).
5. విబ్రియోసిస్.
6. లిస్టిరోసిస్.
7. సాల్మోని థోసిస్.

II ఫంగల్ (ఫీద) వ్యాధులు :

గుణ్ణములవల్ల సోకు వ్యాధులే, వీటివల్లను కలుగును.

III పురుగులు కీటకములు మరియు పరాన్న భుక్తులవల్ల వచ్చునవి :

1. ఇతై నోసో మియాసిస్.

2. పక్షల గజ్జి.

వివిధ జంతువులవల్ల మానవులకు సంక్రమించే వ్యాధులలో కొన్ని అతిముఖ్యమైనవి ఈ దిగువ వివరింపబడినవి.

1. ఊయ (ట్యూబర్ కులోసిస్) : మానవులకు పశువులవల్ల సోకు వ్యాధులలో అతిముఖ్యమైన వ్యాధి ఇది. గేదెలవలనను ఆపులవలనను, ఇది సంక్రమించును. మైకో బేక్టీరియం బోవిస్ అను సూక్ష్మక్రిమివల్ల ఈవ్యాధి కలుగును. పశువులవల్ల ఊయ సోకిన మానవుడు ఇతర మానవులకు, ఇదే వ్యాధిని అందించును. పాడిపశువులను తరచుగా “ట్యూబర్ కులస్” అను పరీక్షచేసి రోగనిర్ధారణ అయిన పాడి పశువులను వేరుచేసి వాటికి తగు చికిత్స చేయించిన ఈ వ్యాధిని పాడి పశువుల మందలలో లేకుండా అరికట్ట వచ్చును. వ్యాధికి కారణమైన సూక్ష్మక్రిములు పిలికిన పాలద్వారా ఇతరులకు సంక్రమించును. అందుచే పాలను బాగా కాచి కాని లేక వేడి(పాస్టరైజ్)చేసికాని వాడవలెను. పాడిపశువుల దొడ్లను శుభ్రముగాను మరియు పాలు పీతుకువారిని ఆరోగ్యముగాను ఉంచిన ఈ వ్యాధిని అరికట్టవచ్చును.

2. పిచ్చి (రేబీస్) : ఇది అతి ప్రమాదకరమైన వ్యాధి. పిచ్చి లక్షణములుగల కుక్క కరచుటచే ఇతర పశువులకు మరియు మానవులకు ఈ వ్యాధి సంక్రమించును. ఈ వ్యాధియొక్క సూక్ష్మక్రిములు పిచ్చి యెక్కిన కుక్కయొక్క నోటి చొంగలోనుండి కుక్క కరిచిన గాయముద్వారా

శరీరములోని నాడులకను మరియు మెదడునకును చేరి, వ్యాధిని ప్రబలిండును. పిచ్చికుక్క కాటువేసిన తదుపరి నుండి, వ్యాధి లక్షణములు కనబడటకు దీర్ఘమగు కాలము అవసరము. వ్యాధి లక్షణములు వచ్చిన తదుపరి వ్యాధికి ఎలాంటి చికిత్సలేదు. అందుచేత పిచ్చికుక్క కరచిన వెంటనే రోగ నివారణ టీకాలు వేయించిన వ్యాధిరాకుండా అధికట్ట వచ్చును. ఈ వ్యాధి క్రిములు గబ్బిలముల, నక్కల, నోటి చొంగలో సహజంగా యుండును. కుక్కలలో ఏదేని ఆస్థాధారణ ప్రవర్తన కనుపించి కారణములేకయే ఇతర జంతువులను కరువ బోయినచో, అట్టివాటిని పట్టుకొని బోనులో నిర్బంధించి, వ్యాధి రుజువైన వాటిని, నిర్మూలించటము అత్యంత అవసరము.

3. ధనుర్వాతము (టెటనస్) : ఇదియును మరియొక ప్రమాదకరమైన వ్యాధి. ఇది “క్లాంజియమ్” అను సూక్ష్మక్రిములచే మానవులకు సోకును. ఈ వ్యాధి క్రిములు గుఱ్ఱముల పేదలోను, మరియు, లేమగా నుండు నేలలోను, బహుకాలము సజీవములై నిలిచియుండును. అట్టి తావులలో, మానవులకు గాయములు తగిలినచో వ్యాధి సూక్ష్మక్రిములు గాయముద్వారా శరీరములో ప్రవేశించి వ్యాధిని కలుగజేయును. వ్యాధి వచ్చిన, నోటి దవడలు బిగిసి కరచుకొని పోయి, కండరములు బిగిసి యుండును. ధనుర్వాతము లక్షణములు కనబడగనే “టెటానస్ సిరమ్” ఇప్పించవలెను. వెంటనే తగు వైద్యము చేయించవలెను. గాయము తగులగనే ధనుర్వాత నిరోధమునకై “టెటానస్” అను టీకాను వేయించవలెను. ఏమాత్రము నిర్లక్ష్యము చేయరాదు.

4. రక్తదోమ్మ (యాంట్రాక్స్) : ఇది ప్రమాదకరమైన వ్యాధి. పశువులలో అతిశ్రమముగా వ్యాధి ప్రబలి హాని కలుగజేయును. “బేసెలన్

యాంట్రాసిస్” అను సూక్ష్మక్రిములవల్ల మానవులలో ఈ వ్యాధి కలుగును. ఈ వ్యాధి క్రిములు తమపై గూడుపొర (Spore) సృజించుకొని, నేలలో బహుకాలము సజీవములై యుండి, మానవులకు, చర్మముపై నుండు గాయములద్వారా, లేదా గాలిలో శ్వాసద్వారా లోనికి చేరి, వ్యాధిని కలిగించును. గొఱ్ఱబొమ్మల వెంట్రుకలపై యుండి, ఉన్ని పరిశ్రమలో పాచేయువారికి శ్వాసద్వారా వెళ్లి వ్యాధి (Wood Sorter's Disease) కలుగజేయును. ఈ వ్యాధి క్రిములు, వ్యాధితో చనిపోయిన పశువులతో శ్వాసద్వారా, మనుష్యులకు సంక్రమించును. అందుచేత రక్తదోమ్మచే చనిపోయిన పశువులను కోయరాదు. వాటి చర్మము తీయక వాటిని నిప్పు అంటించి కాల్చివేయవలెను. మానవులకు వ్యాధి తగిలినవెంటనే “యాంటి యాంట్రాక్స్ సిరమ్” టీకా ఇప్పించి తగు వైద్యము చేయవలెను.

5. గర్భస్రావము (బ్రూసిల్లోసిస్) : ఈ వ్యాధిక్రిములు పాడి పశువులలో గర్భస్రావము కలుగజేయును. కాని మానవులలో ఒకరకపు జ్వరము “అండులెంటి ఫీవర్” అను దానిని కలుగజేయును. ఈ జ్వరము రోగగ్రస్తములగు పశువుల పాలు త్రాగుటవల్ల సంక్రమించును. పాడి పశువుల గర్భములోను గర్భములోని శిశువుపైనను ఉన్న మాయపొరలలోను ఈ వ్యాధియొక్క సూక్ష్మక్రిములు ఉండి వాటిలో గర్భస్రావము కలుగజేయును. అట్టి పశువుల రక్తముతీసి దానిలోని “సిరను”ను పరీక్షచేసిన వ్యాధిని కనుగొనవచ్చును. ఈ వ్యాధివల్ల మానవులలో పప్పు జ్వరము (“అండులెంటి ఫీవర్”) నకు తగు వైద్యము చేయించవలెను.

6. “సాల్ మోనెల్లోసిస్” : “సాల్ మోనెల్లోసిస్” లేదా పారాటైఫాయిడ్ అను విషజ్వరమును కొన్ని సూక్ష్మక్రిములు కలుగజేయును. ఈ

క్రిములు చిన్నప్రేగులలోనికి మరియు రక్తము లోనికి చేరిన, ప్రేగులు వాచును. అందుచే విషజ్వరము తగులును. కుశ్మిన మాంసము లేదా చెడిపోయిన ఆహారము మరియు చెడిన పాండ్వారా, ఈ వ్యాధి కలిగించు క్రిములు మనుష్యులలో ప్రవేశించి విషపు జ్వరపు వ్యాధి (పారాటైఫాయిడ్) ని కలుగజేయును. పశువులయొక్క రక్తమును, పేదను, త్రాగేరును ఆహారమును పరీక్ష చేసిన ఈ వ్యాధి క్రిములను కనుగొనవచ్చును.

7. ప్రైడాటోసిస్ : కుక్కలలో నుండు బద్దెపురుగుల అండములు (ఇక్సెనోకాకస్ గ్రాన్యులోసిస్) మలముద్వారా బహిర్గతమై అవి మానవులలోనికి ఆహారముద్వారా ప్రవేశించి కాలేయము మరియు ఊపిరితిత్తులలో ప్రవేశించును. అచ్చట ఆ గ్రుడ్డు తమచుట్టూ దట్టమైన పొరలు అల్లుకొని, నీటి బుగ్గలుగా ఎదుగును. ఈ పొరలు

గప్పిన నీటిబుగ్గలనే “ప్రైడాటోసిస్” అని యందురు. జంతువులలోను మరియు మానవులలోను వీటిని కనుగొనటము కష్టము. అందుచే తరుచుగా కుక్కలకు బద్దెపురుగుల నివారణకై చికిత్స చేయించవలెను. కుక్కలను విరివిగా జంతు వధశాలలోనికి పోనియరాదు.

8. “గ్లాండర్స్” : మానవులకు జంతువుల నుండి సోకువాటిలో ఈ వ్యాధి ముఖ్యమైనది. ఇది ఒకరకపు సూక్ష్మక్రిము (“ఫ్యాపిరిల్లామ్యూలీ”)చే సంక్రమించును. ఇది గుఱ్ఱములు మరియు గాడిదల వల్ల మానవులకు సంక్రమించును. ఇది గొడ్డకును మరియు పందులకు అంటుదు. ఈ క్రిములు గుఱ్ఱములయొక్క పేద, మూత్రము చొంగద్వారా, కంటి నీటిద్వారా, మానవులకు సంక్రమించును.

మూలము : డి. కులకర్ణి.

తెనుగు : డా॥ సి. హెచ్. సత్యనారాయణ

## 159. పశువైద్య చరిత్ర

(భారతేతర ప్రాంతములు)

పశువైద్యమును గూర్చి సమగ్రంగా తెలుసు కోవాలన్న దీని పూర్వ చరిత్రను స్మరించుకోవటము ఎంతైనా అవసరము. యుగ యుగాలుగా పశు వైద్యము మానవుని ఆరోగ్య, చికిత్సా పద్ధతులతో ముడిబడి యుండెను. మానవ చికిత్సానిపుణులే పశువులకును చికిత్స చేయుచుండుటయే దీనికి కారణము. తరుచుగా మానవులకు వచ్చు రోగములు కొన్ని పశువులకు వచ్చుటవలననూ, పశువుల రోగములు మానవులకు అంటుటవలననూ, మానవ పశు చికిత్సా విధానములకు అవినాభావ సంబంధము ఉన్నది.

చరిత్రకు పూర్వపు యుగము, రాతియుగము నందలి వైద్యచరిత్ర:

రాతియుగమందలి ఆదిమానవుడు తనకు సంక్రమించు రోగములకును, ప్రమాదవశాత్తున తగిలిన గాయములకును, ఏదో విధముగా చికిత్స చేసుకొనెడివాడు. ఆది మానవుడు తనకు తగిలిన గాయములను నాలుకతో నాకి, చెట్ల ఆకులను నలిపి గాయముపై కప్పి, చికిత్స చేసుకొనెడివాడు. ఈ పద్ధతులను ఆతడు ఆటవిక జంతువులగు కుక్క, పిల్లి, కోతులనుండి చూచి నేర్చుకొని యుండవచ్చును. ఈనాడు ఆటవిక, అనాగరిక జాతులు

చేసుకొనే వైద్య పద్ధతులను చూసిన ఆదిమానవుడు వినియోగించిన చికిత్సా విధానమును కొంత వరకు ఊహించి తెలుసుకొనవచ్చును. ఆ యుగమున మాంత్రికునిచే భూత, ప్రేత మంత్ర, మూలికల ద్వారా వైద్యము చేయబడుచుండెడిది.

### చరిత్ర యుగము

ప్రాచీన నాగరిక జాతులు-బేబిలోనియన్, పారశీక, ఈజిప్టు, భారతీయ, చీనీయ, గ్రీకు, రోమను జాతులు-బాగా అభివృద్ధిచెందిన వైద్య విధానములను వాడుచుండెడివారని చరిత్ర చెప్పుచున్నది. ఈ దేశములలో లభించిన నాణెములను నల్లరాతి పలకలును ఇందులకు కొంత సహకరించినవి. మృణ్మయ శిల్ప ఖండములపై వారుచెక్కిన మానవ ఆకారములలో ఆ కాలమునందు వ్యాపించియున్న రోగముల చిహ్నములు చూపబడినవి. వీటివల్ల ఆ కాలమున వైద్యశాస్త్రము బాగా ఉన్నత స్థాయి నందినట్లు తెలియుచున్నది.

### బాబిలోనియన్ (మెసపొటేమియా) యుగము

పశుచికిత్సా శాస్త్రమునందు ఈ యుగము చరిత్రాత్మకమైనది. క్రీ.పూ 2100 సంవత్సరములనాటి హెమురాబి పరిపాలనా కాలమునుండి ఈ శాస్త్రము లిఖితరూపము పొందినది. ఇతని పరిపాలనా కాలములో అశ్వచికిత్సకు మంచి ప్రోత్సాహము లభించెను. ఆ కాలమున అశ్వములు యుద్ధములో ఉపయోగపడు చుండెడివి. రాజుల ఖ్యాతి, బలము, అతనికున్న అశ్వదళములపై ఎంతగానో ఆధారపడి యుండుటచేత, అశ్వములు ఆరోగ్యముగా నుండి శత్రురాజులపై దాడులు జరుపుటకు, వాటికి తగువైద్య సౌకర్యములను కలిగించిరి. ఇందుచేత, పశువైద్య చికిత్సకు, ముఖ్యముగా అశ్వచికిత్సకు, ఎంతేనిగౌరవము, ఆదరము ప్రాముఖ్యము లభించినవి. ఇది అశ్వచికిత్సా విధానములో నూతనపు గతి, మార్పులు వచ్చుటకు దోహదమిచ్చెను.

### ఈజిప్టు యుగము :

క్రీ.పూ. 4000 సం॥ల నుండి నైలునదీలోయ నివాసుల ప్రభావము వైద్యశాస్త్రముపై, ముఖ్యముగా తల గాయముల శస్త్రచికిత్సపై కనబడుచున్నది. లభ్యమైన ఆ కాలమునాటి పుట్టలను పరీక్షించిన, వాటిపై చిద్రములును మానిన గాయముల గుర్తులును, కనబడుచున్నవి. దీనివల్ల ఆ కాలపునాటి వైద్యనిపుణులు పుట్టలపై శస్త్రచికిత్సలు జరిపి మెదడుకు సంబంధించిన వ్యాధులకును గాయములకును చికిత్సలు జరుపుచుండెడివారని తెలియుచున్నది. పురావస్తు ప్రదర్శనశాలలో భద్రపరచిన పుట్టలపై మానినగాయముల గుర్తులను బట్టి విచారించిన, తలపై చేసిన శస్త్రచికిత్సవల్ల ఆకాలమున రోగులు స్వస్థతచెంది ఆరోగ్యమును చేతుర్చుకొని రని రుజువుగడుచున్నది. ఈజిప్టు దేశమున, ఆకాలములో శవములకు ప్రత్యేకముగా లేపనములు పూసి సమాధులలో భద్రపరచు చుండెడివారు. ఇటువంటి శవములు, ఎన్నియో, త్రవ్వకములవల్ల బయలుపడినవి. వీటిని పరీక్షించిన, ఈనాటి వ్యాధులే ఆ కాలమునను ప్రబలి యుండెడివని తెలియుచున్నది.

భారతీయ యుగము: (చూ : వ్యాసము నెం.180)

### యూదుల యుగము :

పరిశుద్ధమైన మాంసమును అపరిశుద్ధమైన మాంసమును గుఱించి యూదుల మత నాయకుడైన మోసెస్ ఒక సిద్ధాంతమును ప్రకటించెను. అదియే మోసెస్ సిద్ధాంత (Mosaic Doctrine) మని వాడుకలో నున్నది. దీనివల్ల క్రీ.పూ 1500 సంవత్సరము నుండియే మానవులు భక్షణమునకు వాడు మాంసమును, మాంసమును ఇచ్చు జంతువులను క్రమబద్ధముగా వాటి ఆరోగ్యమునకై పరీక్షించు వారని తెలియుచున్నది. జంతు మాంసము భక్షించుటచే మానవులకు కొన్ని రకములైన వ్యాధులు సంక్రమించే అవకాశము గలదని మోసెస్ కు తెలిసి యుండవచ్చును. మోసెస్ సిద్ధాంతములు యూదుల

మతగ్రంథములైన “ఇకోడెస్” “లివిటికెస్” లలో వ్రాయబడినవి. ఈ సిద్ధాంతములు మాంసపు శుద్ధి, శుభ్రతలను గురించి, తీసుకొనవలసిన జాగ్రత్తలను తెలుపుచున్నవి. ఆనాటి ప్రజలు పశువులకును, మానవులకును వచ్చు వ్యాధులన్నింటికీ కారణము దైవాగ్రహమే అని భావించుచుండిరి.

**గ్రీకు యుగము :**

ఈ యుగమున గ్రీకు దేశమున ప్రసిద్ధవైద్య శాస్త్రవేత్తయగు హిపోక్రేటిస్ (క్రి.పూ 460-375) చికిత్సా శాస్త్రమునకు మిక్కిలి గణనీయమైన సేవ చేసెను. గ్రీకు వైద్యశాస్త్ర నిపుణులు, శరీరములోని అంగములలో వ్యాధిచే పరిణమించు మార్పులను గురించి కానీ, లేక రోగము యొక్క తత్వమును గుఱించికానీ, పరిశోధన చేసినట్లు అగు పించదు. కాని వీరు - ముఖ్యముగా హిపోక్రేటిస్ అతని అనుచరులు - వ్యాధియొక్క లక్షణములను శ్రద్ధగా పరిశీలించి రోగలక్షణ సిద్ధాంతములను లిఖించిరి. వైద్యశాస్త్రమునకు హిపోక్రేటిస్ చేసిన గణనీయసేవకు కృతజ్ఞతా సూచకముగా, నేటి వైద్య పిద్య నవ్యసించి పట్టభద్రులైనవారు అతని పేరున ప్రతిజ్ఞాదీక్షను (Oath of Hippocrates) తీసుకొని అతని ఆదర్శములను ఆచరణలలో పెట్టుటకు ప్రయత్నించుచున్నారు. హిపోక్రేటిస్ స్వయముగా వైద్య చికిత్సాలక్షణములను గుఱించి పెక్కు గ్రంథములను వ్రాసెను. ఇప్పటికిని కొన్ని గ్రంథములు లభ్యములగుచున్నవి. కాని చాలవరకు యుద్ధముల వల్లను, ఇతర కారణ మార్పులవలనను అందు అధికభాగము నశించి పోయినది. అతని తరువాత హిపోక్రేటిస్ శిష్యులు ఈ ఆంశముపై పరిశోధనలు జరిపి, అతని పేరుతో గ్రంథములు వ్రాసిరి.

కొంతమంది చరిత్రకారులు హిపోక్రేటిస్ ను పశువైద్యశాస్త్ర జనకనిగా పేర్కొందురు. పశువైద్యనిపుణులు ఇందుకు అంగీకరించరు. ఈతడు

పశువైద్య పద్ధతులను పశువైద్యులను చులకనచేసి చిన్నచూపు చూడెనని, అతనిని నిందించుదురు. హిపోక్రేటిస్ చికిత్సా పద్ధతి “ద్రవసిద్ధాంతము” (Humoral theory) పై ఆధారపడి యున్నది. హిపోక్రేటిస్ ను అతని అనుచరులును శరీరము నాలుగు రక్తములైన ద్రవములతో, నిర్మాణము చెందెనని అభిప్రాయపడిరి. ఈ ద్రవములు రక్తము (వేడి నిచ్చునది), క్లేష్మము (నీరులాగా చల్లదనము కలది), పచ్చని పిత్తము (yellow bile), నల్లని పిత్తము (Black bile) అనునవి. ఈ నాలుగు ద్రవములలో రక్తము హృదయమందు జనించుననీ, క్లేష్మము, మస్తకమునందు జనించుననీ, పచ్చని పిత్తము కాలేయమునందు ఉద్భవించుననీ, నల్లని పిత్తము క్లోమము (Spleen) నుండి జనించుననీ వారి మతము. ఈ నాలుగు రక్తములైన ద్రవములు తగు నిష్పత్తిలో మిశ్రమించి సంయోగించిన శరీర అవయవములు ఆరోగ్యవంతముగా నుండి మానవుడు సుఖించును. ఇక ఇవి సక్రమ నిష్పత్తిలో సమ్మేళింపనిచో శరీరము అనారోగ్యమునకు గురియై, వ్యాధి సూచనలు కనబడునని హిపోక్రేటిస్, అతని అనుచరులు తలచిరి. వీరి ద్రవ సిద్ధాంతము ప్రకారము ఒక్కొక్క ద్రవము ఒక నొక ఋతువునందు ప్రత్యేక లక్షణములుగల వ్యాధిని కలుగజేయును. హేమంత ఋతువునందు క్లేష్మము అధికమై, చలి, జలుబు, ఊపిరితిత్తుల వాపు, క్షయ, మొదలగు వ్యాధులు వచ్చును. రక్తములో మార్పునల్ల ప్రజలు ఉద్రిక్తతకులోనై కయ్యములకు దిగుదురు. వసంతఋతువులో రక్తము వేడియై, శరీరము ఉద్రిక్తపడును. గ్రీష్మ ఋతువులో పచ్చపిత్తముయొక్క వ్యాధులు అనగా కామిద్దు, మలేరియా జ్వరములు వచ్చును. నల్ల పిత్తము వర్షఋతువులలో వృద్ధిచెంది కలరా మొదలగు వ్యాధులు సోకును. వైద్యశాస్త్రముపై “హిపోక్రేటిస్” ద్రవసిద్ధాంత (Humoral Theory)

ప్రభావము దాదాపు రెండువేల సంవత్సరముల వరకు యుండెను.

**అరిస్టాటిల్**

సుప్రసిద్ధ గ్రీకు తత్వవేత్తయగు అరిస్టాటిల్ మానవ శరీర శాస్త్రమును, జీవశాస్త్రమును రచించిన అగ్రగణ్యుడు. ఆ కాలమున గ్రీకుదేశములో శవమునుకొని పరీక్షించటకు అనుమతి లేనందున, ఈతడు ఇతర జంతువులను కొని, వాటిలో అవయవముల ఆకారమును, అవి చేయు పనులను పరిశీలించెను. అతని శిష్యులలో ప్రసిద్ధుడు మేసిడోనియాకు చెందిన "టాలమీ" (క్రీ.పూ 387-283). గ్రీకు ప్రభువు, టాలమీని అలెగ్జాండ్రీయాకు ప్రభువుగా నియమించి పంపెను. అప్పటి "టాలమీ" ప్రభువు అనేక శవములను కొని, వాటి అంతర అవయవములను పరిశీలించి వివరించెను. ఈతడు శరీర శాస్త్రమును గురించి వ్రాసిన గ్రంథములు అలెగ్జాండ్రీయాలోని గ్రంథాలయమున ఉండెడివి. టాలమీ స్థాపించిన అలెక్జాండ్రీయా విశ్వ విద్యాలయమును రోమన్ చక్రవర్తియైన జూలియన్ సీజర్, ఈజిప్టుపై దాడి జరిపినపుడు, విధ్వంసము చేసెను.

**రోమన్ యుగము :**

క్రీస్తు శకమున 400 సంవత్సరముల తరువాత ఆసియామైనరునందలి కాన్ స్టెంట్ నోపిల్ నగరమున ఆప్సిర్తస్ (Apyrtrus క్రీ.శ. 300) అను పశువైద్య శాస్త్రజ్ఞుడు వెలసి ప్రఖ్యాతి చెందెను. ఈతడు కాన్ స్టెంట్ నోపిల్ చక్రవర్తి కాలమున అశ్వ చికిత్సా నిపుణుడుగా పనిచేయుచుండెను ఆశ్వములకు సోకు ముఖ్యమైన వ్యాధులను గురించి గ్రంథ రూపమున వాఖ్యానించెను. సైన్యములోని అశ్వదళ సైనికులకు, ఆశ్వ చికిత్సయందు శిక్షణ ఇచ్చెను.

క్రీస్తుశకము 450-500 సంవత్సరముల కాలమున రోమన్ దేశస్థుడగు "రెనాటస్ విజిటియస్"

పశువైద్య శాస్త్ర నిపుణుడుగా ఖ్యాతిగాంచెను. ఇతడు ఒక పశువైద్య శాస్త్రమును ప్రత్యేకముగా గ్రంథరూపమున వ్రాసి ఖ్యాతిని గడించెను.

**అరబ్బుల యుగము :**

క్రీస్తుశకము 700-1200 సంవత్సరముల కాలమున ఇస్లాం మతావేశ ప్రేరితులైన అరబ్బులు ఇతర దేశములపై దాడిజరిపి వాటిని వశపరచుకొనిరి. వారు ఆదేశములలో లభ్యమైన మానవ, పశువైద్య శాస్త్రములను సంగ్రహించి తమ స్వభాషయైన అరబ్బీలోనికి అనువదించుకొనిరి. ఆకాలమున "ఇబ్న్ ఉల్ అవాన్" అను పండితుడు వ్యవసాయ పశుపోషణలపై సమాచారమును సంగ్రహించి గ్రంథరూపమున భద్రపరిచెను.

**ఆధునిక యుగము :**

క్రీస్తుశకము 1600 సంవత్సరమున విలియం హార్వే అను శాస్త్రవేత్త శరీరమునందలి నాళములలో రక్తప్రసారమును గురించి కనుగొని వివరించెను. ఈ పరిశోధన వైద్యశాస్త్రము, అవయవ పరిశాఖాస్త్రము (Pathology) లపై గొప్ప ప్రభావము నెరపెను. క్రీస్తుశకము 1632-1723 లో ఆంటోని లివన్ హౌక్ సూక్ష్మదర్శినిని వైద్యశాస్త్రమునందు వినియోగించి, రోగములను నిరూపించెను. ఇది వైద్యశాస్త్ర రోగనివారణా పద్ధతులందు గొప్ప మార్పులను తెచ్చెను.

వైద్యశాస్త్రమును గ్రంథరూపముగా సేకరించి వ్రాసి ప్రచురించిన వారిలో ఫ్రెంచి దేశస్థుడగు జీన్ ఫర్నల్ (1467-1558) గణనీయుడు. ఇతడు ఆకాలమునందలి చికిత్సా పద్ధతులను, రోగలక్షణములను, రోగనివారణమును గురించి సమాచారము సేకరించి గ్రంథీకరించెను. ఇతని అనంతరమున ఇటలీకి చెందిన "గయోవని బటిస్టా మార్ గంగి" (1682-1771) 700 శవపరీక్షలు జరిపి, ఈ పద్ధతిద్వారా రోగ కారణములను రోగ

ములను కనుగొను సూచనలను వివరిస్తూ, ఐదు గ్రంథ సంపుటలను ప్రచురించెను. దీనితో “నూతన శరీర అవయవ పరీక్షా శాస్త్రము” (Pathology) వాడుకలోనికి వచ్చెను. దీనియందు శవపరీక్షచేసి అందలి అవయవములందు కలిగిన మార్పులకునూ ఉండెడు జీవముండినపుడు కలిగిన వ్యాధికిని సంబంధ, అనుబంధములు వివరింపబడెను. నూతన పశువైద్య శాస్త్రము 17వ శతాబ్దములో ప్రాచీన దేశస్తుడగు “జాక్విన్ లెబస్ డిసోల్ సెల్” తో ప్రారంభమయ్యెను. 1664 సంవత్సరమున ఈతడు పశువైద్య శాస్త్రముగా ఒక బృహత్తర గ్రంథము “లిఫరి ఫేద్ మరీవర్” ను ప్రచురించి కీర్తిని గడించెను. 1762 లో ఆధునిక పశువైద్య కళాశాల ప్రాంసులోని లియోన్ అను పట్టణమునందు ప్రారంభింప బడెను. ఆ కాలములోని ప్రసిద్ధ పశు వైద్య నిపుణుడగు “క్లాడిబోర్ గీలెట్” ఈ కళాశాలకు ప్రధానాచార్యుడుగా యుండెను. క్లాడిబోర్ గీలెట్, తన ప్రతిభా నైపుణ్యములవల్ల పశువైద్య మునకు గౌరవమును ప్రజాదరణను సమకూర్చెను. ఈతడు పారిస్ నగరమునందు 1764 సంవత్సర మున ప్రభుత్వపు ప్రోత్సహముతో ఆల్ఫార్డ్ పశు వైద్య కళాశాలను స్థాపించెను.

జర్మనీ దేశస్తుడైన “రుడాల్ఫ్ విరిచోఫ్” అను ప్రసిద్ధ వైద్య శాస్త్రజ్ఞుడు (1821-1902) అవయవ కణముల మార్పు సిద్ధాంతము (Cellular Pathology)ను విశదీకరించి వైద్య శాస్త్రమునందు నూతన మార్గములను సూచించెను. ఫ్రాన్స్ దేశస్తుడగు “లూయిస్ ప్యాస్చర్” (1822-1895), జర్మనీకి చెందిన రాబర్ట్ కోక్ (1843-1910) అను శాస్త్రజ్ఞులు సూక్ష్మజీవులు మానవుల్లోనూ పశువుల్లోనూ వ్యాధులను కలిగింప చేయునని నిరూపించి, సూక్ష్మక్రిముల విజ్ఞానశాస్త్రమును వైద్యశాస్త్రమునందు ప్రవేశపెట్టిరి. జూలియన్ కౌన్హిమ్ అను శాస్త్రవేత్త (1839-84) గాయమువల్ల అంగములు వాచినప్పుడు, రక్తములోని తెల్లకణములు, రక్త కేశనాళములనుండి, విడుదలై, వాపువచ్చిన లావునకు చేరి సూక్ష్మక్రిములను నిర్మూలించునని ప్రయోగాత్మకముగా నిరూపించెను. గాయమునందలి చీము, రక్తమునందలి తెల్లకణములే అని అతడు ఋజువు చేసెను.

మూలము : డా॥ యం. మహేందర్

అనువాదము :

డా॥ సి. హెచ్. సత్యనారాయణ

## 160. భారతదేశీయ పశువైద్యచరిత్ర

ఆయుర్వేదము, ఒక వేదముగ పరిగణింప బడుచున్నది. పశువైద్యము గూడా ఆయుర్వేదాంతర్యాగమే. భారతదేశమందు వేదకాలమున పశువుల రోగనిర్ధారణ చేసి చికిత్సచేయు విధానములు కనుగొనబడినవి. ఆదికాలమునందు మానవ జీవిత ఆరోగ్య శాస్త్రజ్ఞులే పశువుల రోగములను కనుగొని వానికి వైద్యము చేయుచుండినట్లు తెలియ

చున్నది. కాని రానురాను మనుష్య వైద్యశాస్త్రజ్ఞులు, పశువైద్యమును నిర్లక్ష్యించిరి. సింధునది లోయలో మిక్కిలి శ్రేష్ఠమైన పశువులు పెంచబడినవని ఋగ్వేదమునందు వివరింపబడినది. ఇదే లోయలోని శ్రవ్యకములందు బయలుపడిన మొహంజుదారో పురావస్తు నాణెములపై చుద్రింపబడిన అబోఖ దొమ్మలను గమనించిన ఆకాలమునందు శ్రేష్ఠమైన

జాతి పశువులు పెంచబడినవని తెలియుచున్నది. భారతీయ ఆర్యుల జీవిత సంస్కృతి యందు గోవునకును, గోజాతి పశువులకును ఆదిముఖ్యము విశిష్టమునైన స్థానము కల్పింపబడినది. ఈనాటికిని భారతీయుల సంస్కృతియందును, జీవితమందును గోవుయొక్క ఈ ప్రభావము కనబడుచునే యున్నది. గోవునకు తరువాత ఆర్యుల దైనందిన జీవితమునందు ముఖ్యముగా ఉపయోగపడినవి గుఱ్ఱములు. గుఱ్ఱములను సేనయందును మరియు ఆశ్వ మేధ యజ్ఞవిధులందును వినియోగించు చుండిరి. పశువైద్యశాస్త్రము ముందుగా అశ్వచికిత్స కొరకే కనుగొనబడి వృద్ధిచెందినట్లు తెలియవచ్చుచున్నది. ఏలయనగా గోవునకన్న ఆశ్వములను కొనుటకును పెంచుటకును ఎక్కువ ఆర్థిక స్థోమత పలుకు బడియు అవసరములై యుండెడివి. సంపన్నులగు వ్యాపారస్తులును భూస్వాములును రాజులును గుఱ్ఱములను కొనుగోలుచేసి పెంచుటకు సమర్థులై యుండిరి.

కొటిల్లుని అర్థశాస్త్రముందు ఆ కాలమునాటి పశువైద్యమును పశుగణాంక శాఖల అభివృద్ధిని గురించి విపులముగా తెలియజేయబడినది. క్రీస్తుకు వేయి సంవత్సరముల పూర్వము "చరక సంహిత" యను వైద్యగ్రంథము చరకునిచే వ్రాయబడెను. అప్పటినుండి క్రీస్తు జన్మకాలమువరకు సుశ్రుతుడు, ఆత్రేయభిక్షు, వాగ్భట, పతంజలి, నాగార్జునుడు మున్నగువారు వైద్యశాస్త్రమునందు కృషిజేసి ఔషధములను, చికిత్సాపద్ధతులను కనుగొని ఆయుర్వేదశాస్త్రమును శాఖోపశాఖలుగా వృద్ధిపరచిరి. క్రీస్తుకు పూర్వము 1700 సంవత్సరమునుండియు భారతదేశమునకు మధ్య ప్రాచ్యదేశములతోనూ ఈజిప్టు, గ్రీకు, అసిరియా, బాబిలోనియా, సిరియాలతోను, వర్తక సంబంధములు ఉండెడివి. వీని వలన ఇచ్చటి చికిత్సలు, మూలికలు, ఆ దేశములకు విస్తరింపబడినట్లు నిదర్శనములు కలవు.

గ్రీకు వైద్యశాస్త్రగ్రంథకర్తలగు హిపోక్రేట్సు (400 సం.క్రీ. పూర్వము) అక్యుయారియస్, మైరిస్సన్ (క్రీ. శ. 1300-1400) హైందవ ఆయుర్వేద శాస్త్రచికిత్సా మూలికలను, వారి గ్రంథములందు కూర్చుకొనిరి. ఈ కాలమునాడు వైద్యులచే తీసుకోబడుచున్న ప్రసిద్ధమైన హిపోక్రాట్ వైద్యదీక్షను (Hippocrates oath) అంతకు వందలాది సంవత్సరముల పూర్వమే చరకుడును సుశ్రుతుడును తమ శిష్యులచే స్వీకరింపజేయుచుండిరి.

వేదకాలమందు నలునికి ఆశ్వశాస్త్రముందు మంచి పరిజ్ఞానము ఉండినట్లు భారతమునందు పేర్కొనబడినది. ఋతుపర్వని కొలువునందు ఆశ్వనిపుణుడుగా ఉండినప్పుడు అతనిచే ఆశ్వశాస్త్ర గ్రంథము రచింపబడినది. కాని అది ఇప్పుడు కాలగతమయి పోయెను.

పాండవులలో కడపటివారగు నకుల సహదేవులు ఆశ్వ, పశువుల పోషణయందును వాటి రోగచికిత్సయందును గొప్ప నిపుణత కలిగి యున్నట్లు విరాట పర్వమున పేర్కొనబడినది. వీరు మత్స్యదేశపు రాజగు విరాటుని కొలువునందు మారువేషములతో ఆశ్వ, గోరక్షకులుగ చేరి అచ్చటి ఆశ్వ, గోసంపదను వృద్ధిచేసిరి. వీరిలో నకులుడు అశ్వచికిత్సయను గ్రంథము వ్రాసెనని కొందరి అభిప్రాయము. కాని ఈ గ్రంథము పాండవులలో ఒకడగు నకులుడుగాక ఇదేపేరుగల ఇంకొక నకులుడు వ్రాసెనని మరికొందరి అభిప్రాయము. ఈగ్రంథమునందు 18 అధ్యాయములున్నవి. ఇందు శాలిహాత్రుని పేర్కొని యున్నందున ఇది శాలిహాత్రుని తదుపరి కాలమని తెలియుచున్నది. నకులుని ఆశ్వగ్రంథమునందు ఆశ్వముల వివిధ జాతులు, వాటి వర్ణములు, నోటిపండ్ల వర్ణన, ఆశ్వ వేగములగతి, ఆశ్వములను పెంచు పద్ధతులు, వాటి శిక్షణా పద్ధతులు, వివిధ రోగములకు వాడు ఔషధములు, అవి దొరకు స్థలములు, వినియోగించు పద్ధతులు వివరింప బడినవి.



**శాలిహోత్రుడు:**

క్రీస్తుశకమునకు 700 సంవత్సరములు పూర్వము శాలి హోత్రుడను సుప్రసిద్ధ పశువైద్య నిపుణుడు తక్షశిలా నగరమునకు దగ్గరి ప్రాంతాలలో నివసించినట్లు తెలియుచున్నది. ఇతని నుండే పశువైద్యునకు శాలిహోత్ర అన్న పేరు సంక్రమించినట్లు తెలియుచున్నది. ఇతడు అశ్వశాస్త్రము బ్రహ్మనుండి గ్రహించినట్లు చెప్పుకొనెను. అశ్వ విద్యయందు ఈతనిచే ఒక ఉత్తమ గ్రంథము రచింపబడినది. ఈ గ్రంథమందు అశ్వములయొక్క చరిత్ర, వాటి రక్షణ, ఆహారము నిచ్చు పద్ధతులు వాటి నాణ్యతను ఎంచుకొనుట, విక్రయించురీతులు వాటి సంరక్షణ నియమములు, వాటికి సంక్రమించు వ్యాధుల చికిత్స నివారణలను గురించి ఎనిమిది అధ్యాయములలో విపులముగా వివరింపబడినది. అతడు ఉత్సాహవంతులైన శిష్యులకు శిక్షణ ఇచ్చి పశుచికిత్సా నిపుణులను తయారు చేసెను.

**ఇప్పొక్రాసు :**

క్రీస్తు ఆరవ శకమందు హైందవుడైన ఒక అజ్ఞాత అశ్వశాస్త్రవేత్త ఇప్పొక్రాస్ అను నామమును ధరించి పారశీక రాజగు ఖుస్రా (క్రీ.శ. 531-579) కొలువున అశ్వనిపుణుడుగా చేరెను. ఇతడు అశ్వచికిత్సను వివరింపుచు ఒక వైద్య గ్రంథమును వ్రాసి ఆ ప్రభువునకు అంకితమిచ్చెను. ఆ గ్రంథమునందు అశ్వములకు సంక్రమించు విషజ్వరములు, శ్వాసకోశపు వాపు, దగ్గు, సుఖవ్యాధులు, చీముపుండ్లు, కంటివాపులు, గుఱ్ఱముల కాలుదెక్కులవాపు మొదలగు వ్యాధులను గురించి విపులముగా వివరింపబడినది.

**జయదత్తసూరి :**

ఇతను అశ్వశాస్త్రమును వివరించు ఒక గ్రంథమును వ్రాసినట్లు తెలియుచున్నది. దీని ప్రతి

ఇప్పుడు నేపాళ దేశమందు భద్రపరచబడినది. ఈ గ్రంథమందు అశ్వముల వ్యాధులకు ఓషధుల ద్వారానూ మంత్రములవల్లనూ చికిత్సచేయు పద్ధతులు తెలియపర్చబడినవి. అశ్వముల శరీరవర్ణన, వాటియొక్క మంచి చెడూ, నాణ్యతను, తెలుపు సూచనలు, అశ్వములరంగు, వర్ణన, వాటి జాతులు, ఆయుః పరిణామము, వివిధ జీవిత ఘట్టములు అశ్వములలో గొడ్డుబోతుతనము, గర్భధారణ, మాతాశిశువుల పోషణా పరిచర్య సూచనలు, అగ్ని చికిత్స, రక్తనాళములలోని చెడురక్తము తీయు పద్ధతులు, గొట్టములద్వారా అన్నాశయములోనికి, పురిషనాళములోనికి ఔషధములను ఇచ్చురీతులు, ఓషధులు సంగ్రహించి వాడు నియమములు, కంటికి సోష రోగములు, కంటిలో క్రిములు, తెల్ల పాపవ్యాధి, కన్నువాపు, మస్తకమునకు వచ్చు రోగములు, కణుతులు మొదలగు వానినిగురించి ఈతడు బహు నిపుణతతో వ్రాసెను.

**పాలకాప్పుడు :**

ఇతడు పరుగుల రోగచికిత్సా వైద్యశాస్త్రమును వ్రాసెను. ఇతడు రోమపాదుడను ప్రభువు కాలములో నున్నట్లు తెలియుచున్నది. రోమపాదుడు అయోధ్యను పాలించిన దశరథరాజుకు సమకాలికుడు. ఇతడు క్రీస్తుకు పూర్వము 700 లేక 800 సంవత్సరములలో నున్నట్లు తెలియచున్నది. ఇతడు ఏనుగుల వైద్యమును గురించి పెక్కు గ్రంథములు వ్రాసెనని యందురు. కాని ప్రస్తుతము “హస్తి ఆయుర్వేద” మను గ్రంథ మొకటియే లభ్యమగుచున్నది. హస్తి ఆయుర్వేద గ్రంథమున 20,000 శ్లోకములున్నవి. దీనియందు ఏనుగులకు సంక్రమించు వ్యాధులకు చేయు వైద్యమున్ను శత్రుచికిత్సా విధానములున్ను సవిస్తారముగా చెప్పబడినవి. ఈ గ్రంథము నందలి నాల్గు అధ్యాయములు:

1. మహ రోగ స్థానము : ముఖ్యమైన వ్యాధులు ఇందు 18 ప్రకరణములలో చెప్పబడినవి.

2. క్షద్ర రోగ స్థానము : సాధారణ వ్యాధులను గురించి 12 ప్రకరణములలో వివరించెను.

3. శల్య స్థానము : హస్త శస్త్రచికిత్స విధానము అను 34 ప్రకరణములలో వివరించెను.

4. ఓషధి స్థానము : ఇందు 34 ప్రకరణములుగలవు. వీనియందు మూలికలగుణములు, వాటి గుర్తింపు, లక్షణములు, సిద్ధపరచుటకు సూచనలు, మొదలగునవి తెలియపరచబడెను.

జీవశుడు : క్రీస్తు పూర్వము 582-554 సంవత్సరములందు బి.బి.సారుని ఆస్థానమున

హస్త వైద్య నిపుణుడుగానూ, ఆయుర్వేద నిపుణుడుగానూ ఉండెను. ఇతడు హస్త ఆయుర్వేద శాస్త్రమందు గొప్ప ప్రజ్ఞగలవాడని తెలియుచున్నది. ఇతడు ఏనుగుల కాలిబాట గుర్తులు చూచియే, ఆ ఏనుగు అడదో లేక మగదో, అను విషయమును దానిని గురించిన ఇతరములు చెప్పగల నేర్పరియై యుండెను.

మూలము : డా॥ యం. మహేందర్.

అనువాదము :

డా॥ సి. హెచ్. సత్యనారాయణ.

## 161. జంతు ఆకార నిర్మాణశాస్త్రము

( Veterinary Anatomy )

ఈ విభాగమునందు పెంపుడు జంతువుల యొక్క శరీర ఆకారమును వివిధ అవయవముల నిర్మాణమును గురించి వివరింపబడును. జంతు శరీర ఆకారమును వివరించుటకు ముఖ్యముగా రెండు పద్ధతులు వినియోగింపబడును. మొదట శరీరము నందున్న విభిన్న అంగభాగముల పరస్పర అనుబంధ (Relative) సంబంధము (Position) లు నిరూపింప బడును. దీనికే అనుబంధ సంబంధ ఆకారశాస్త్రము (టాపోగ్రాఫికల్ అనాటమి) అందురు. ఇంక రెండవ పద్ధతిలో వివిధ మండలము (Systems) ల యందలి అవయవముల (Organs) యొక్క నిర్మాణము (Structure)ను, వాటి విధులను గూర్చియు వివరింపబడును. దీనినే అవయవ మండల ఆకారశాస్త్రము (Systemative Anatomy) యందురు. దీని యందు వివరింపబడు అంశములు :-

1. అస్థివిజ్ఞానము (ఎముకల పరిజ్ఞానము - Osteology).
2. అస్థిసంధివిజ్ఞానము (ఎముకలకీళ్ళ - పరిజ్ఞానము Arthrology).
3. పేశీవిజ్ఞానము (కండరముల పరిజ్ఞానము - Myology).
4. రక్తవాహినీ విజ్ఞానము (రక్తనాళముల పరిజ్ఞానము (Angiology).
5. నాడీవిజ్ఞానము (నాడీమండల పరిజ్ఞానము - Neurology).
6. అంతస్థ విజ్ఞానము (ఉదరకుహరములోను ఉరకుహరములోనుగల అవయవముల పరిజ్ఞానము - Splanthology).
7. జ్ఞానేంద్రియ విజ్ఞానము (జ్ఞానేంద్రియముల పరిజ్ఞానము - Aesthesiology).

పెంపుడు జంతువులలో ముఖ్యమైనది ఎద్దు.  
దాని ఆకార నిర్మాణమును గురించి ఇచట వివరింప  
బడును.

**అస్థివిజ్ఞానము :** ఇందు జంతు శరీరములోని  
ఎముకలను గురించి తెలిసికొందుము. శరీరములోని  
అన్ని భాగములలోని ఎముకలు కఠినమైన  
పదార్థముతో చేయబడినవి. అస్థిపంజరముయొక్క  
రకములు ఈ విధముగా నుండును.

### అస్థిపంజరము

#### బహిఃపంజరము

1. వెన్నెముకలేని ప్రాణుల  
పైనుండు కవచము తొడుగు
2. చేపల పైనుండు పొలుసు,
3. పక్షుల ఈకలును, వెన్నెముకలు  
గల జంతువుల దెక్కలును. అంతఃపంజరము

#### I

ఆవయవములయందు ఇమిడి  
యుండిన ఎముకలు

ఉదాహరణకు :

1. పక్షుల హృదయములోనుండు  
ఎముక
2. మొగ కుక్కయొక్క జననేంద్రి  
యమునందుండు ఎముక
3. ఒంటెయొక్క ఉదరవితానపు  
(Phrenic) ఎముక.

#### II

వెన్నెముకకు సంబంధించి యుండునవి

పుష్ట

వెన్నెముక

ముఖమునందలి కపాలపు

ప్రక్క, ఎముక, ఉరోస్థి

ఎముకలు ఎముకలు

మెడ ఎముక ఉరోభాగపు ఉదరభాగపు తుంటి భాగపు తోక  
పూసలు పూసలు పూసలు ఎముక ఎముక

#### III

అంగములకు సంబంధించినవి

#### IV

అంగములకు సంబంధించినవి

భుజి వలయపు ఎముకలు

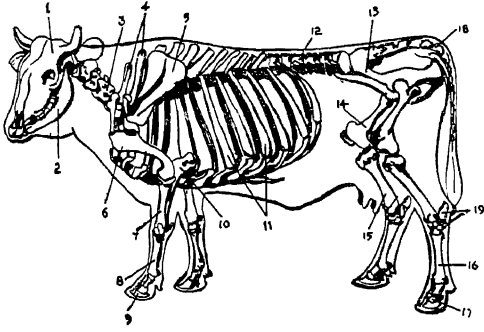
కటివలయము

భుజము కాలు ముందుకాలు మలద్వారం

తుంటి తొడ కాలు పాదా  
ఎముక ఎముక భాసము

మణిక అధిమణిక పర్వకలు

గుల్ఫం అధిగుల్ఫం పర్వకలు



పటము. 1

ఆవుయొక్క అస్థిపంజరము-దాని భాగములు

1. పుట్టె (Skull)
2. క్రింది దవడ ఎముక (Mandible)
3. మెడ వెన్నెముక (Cervical Vertebra)
4. వెన్ను పూస కొంటలు (Vertebral)
5. అంస ఫలకము (Scapula)
6. దండ ఎముక (Humerus)
7. రత్ని (radius)
8. మెథకార్పలు (Meta Carpals)
9. అంగుళ్యంబులు (digits)
10. అరత్ని (Ulna)
11. ప్రక్క ఎముకలు (Ribs)
12. వెన్నెముక (Vertebral Column)
13. కటి వలయము (Pelvic girdle)
14. తోడ ఎముక (Femur)
15. జంఘిక (tibia)
16. మెటా టార్సలు (meta tarsal)
17. అంగుళ్యంబులు (digits)
18. తోక ఎముకలు (Coccygeal Vertebrae)
19. టార్సలు (tarsal)

పుట్టె (తల) ఎముకలు;

పుట్టె లేక తలయందు, కపాలము, (Cranium), ముఖము (Face) అను రెండు భాగములు ఎముకలతో కూర్చబడి యుండును. కపాలము యొక్క ఎముకలు మెడకును, దానిపై పొరలను కప్పి, వానికి హని కలుగకుండా ఎల్లప్పుడును జాగ్రత్తగా కాపాడును. ముఖపు ఎముకలు, నోరు,

ముక్కు కుహరములను సమకూర్చి గ్రసనికి (Pharynx) మరియు నాలుకకు హితనిచ్చును.

వెన్నెముక లేక కీకస వంశము (vertebral column)

పశువుయొక్క అస్థిపంజరమునకు వెన్నెముక పునాదిలాంటిది. ఇందు అనేకములైన ఒడుదుడుకు ఆకారముగల కళేరుకలు లేక వెన్ను పూసలు వరుసగా పుట్టెనుండి తోకవరకు అమరి యుండును. ప్రతి వెన్నుపూస తలపై రెండు అర్థ వలయములు బయలుదేరి పైన తిరిగి, ఒకటితో నొకటి కలిసి రంధ్రముగా ఏర్పడును. వెన్ను పూసలు ఒకదాని వెనుక ఇంకొకటి అమర్చబడి యుండుటచే, ఈ రంధ్రములన్నియు కలిసి ఒక కాలువగా ఏర్పడును. దీనిని కీకసకుల్య (వెన్నెముక నాళము) అందురు. (Vertebral Canal) ఈ నాళమునందు, వెన్నుపాము (Spinal Cord) దాని పొరలు, రక్తనాళములు ఇమిడి యుండును.

వలయములు:

ముందు వెనుక కాళ్లను మొందెమునకు కలిపెడు ఎముకల సమూహమును వలయము (Girdles) లందురు. ముందు కాలు యొక్క భాగములు భుజవలయము (Shoulder girdle), దండ (Arm) మోచేయి (Fore arm), పాదము (maners) పశువులలో భుజముయొక్క అంస ఫలకము (scapula) మొందెమునకు బలమైన కండరములతో కట్టబడియుండును. ఇందు కీళ్ళతోడింపు లేదు.

పశువు యొక్క దండ (Arm) కురచగా నుండిన బలిష్ఠమైన ఎముక (Humerus). ముంజేరి యందు, రత్ని, మరియు అన్వరత్ని యను రెండెముకలు గావు. పాదమునందు మణిక, అధి మణిక, పర్వికలు (digits) అను అంగములుండును. పశువుయొక్క మణిక యందు గుండ్ర

ముగా నున్న, 7 లేక 8 బొమికెలుండును. బలిష్ఠమైన ఒక అధిమణిక ఎముక యుండును; గిట్టయందు రెండు పర్వకలు ఇమిడి యుండును.

వెనుకకాలు యందును నాలుగు భాగములు : కటివలయము, తొడ, కాలు, పాదము ఉండును. కటివలయమున రెండు తొంటి ఎముకలు కలవు. ఒక్కొక్క ఎముకయందు - శేషాంత్ర (ఈలియం), ఆసనాస్తి (ఇశ్చియం), పురోనితంబాస్తి (పూబిన్) అను మూడు ఎముక ముక్కలు కూర్చబడియున్నవి. తొడయందు ఊర్వస్తి (ఫీమర్) అను పొడుగాటి ఎముక యుండును. మోకాలు నందు జంఘాస్తి (టిబియా), ఆనజంఘాస్తి (ఫిబులా) మోకాటిచిప్ప (పటెల్లా) అను ఎముకలు గలవు.

వెనుకకాలు పాదమున గుల్పుము, అధిగుల్పుము, పర్వకలు అను ఎముకలుండును. గుల్పుము లేక మడికీలు నందు 5 గుండ్రని చిన్నని ఎముకలు ఒక దానిపై నొకటి అమరి కీలుగా ఏర్పడును.

### కీళ్ళు (అస్థిసంధులు) :

రెండు లేక మూడు ఎముకల జోడింపును కీళ్ళు యందును. కదలికగలవి; కదలికలేనివి - అని రెండు రకములుగా కీళ్ళు ఉండును పుట్టె ఎముకల కీళ్లు, కదలికలేనివి. తక్కినవి కదలికకలవి. కీలుగా ఏర్పడు ఎముకలు అస్థిబంధకములచే బంధింపబడును. అందుచే కీలు ఎముకలు సరియైన స్థానమున నుంచబడును. కీలు కదలినప్పుడు గలుగు రాపిడి దగ్గుటకు ఎముకలవిపర మృదువుగా నుండు ఉపాస్తి (కార్టిలేజ్) కలదు. కీలుగా నేర్పడు రెండు ఎముకలమట్టు సంధిరస కోశము కలదు. ఇందుండి స్నవియం సంధిరసము (Synovial fluid) కందెన వలె పనిచేసి ఎముకలు కదలినపుడు ఒరిపిడి కలుగకుండా చేయును.

గుట్టము యొక్క పీపునందుండు 5-6 వెన్నెముక పూసలయొక్క అడ్డు కొంకుల (Transve-

rise Proces) కీళ్ళయందు కొద్దిగా, పరిమితమైన కదలిక యుండును. ఇందుచే గుట్టములు బాగా పడుగెత్తుటకు వీలగును. గుట్టము నందలి తుంటి ఎముక కీలునందు ఒక ప్రత్యేకమైన గుండ్రని అస్థి బంధకము (Round ligament) ఉండును. అందుచే అది ప్రక్కనుండి తన్నుటకు వీలులేదు. మరికొన్ని ప్రత్యేకమైన అస్థిబంధకములు (check ligaments) ఉండఁజుండున గుట్టములు, నిలుచుండి యుండి విశ్రాంతి పొందుటకొను, నిద్రించుటకును వీలుకలుగుచున్నది.

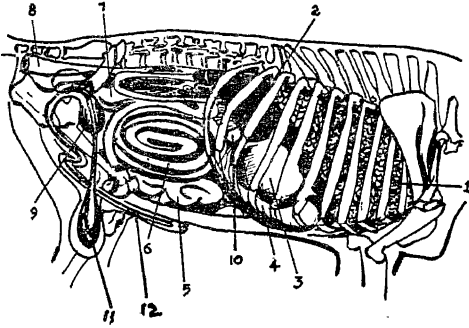
అస్థిపంజరము, కండరములతో కప్పబడి యుండును. వీటిని అస్థికండరములు (Skeletal muscles) లేదా నియంత్రిత కండరములని యందురు. ఈ కండరములందు ఇచ్చాపూర్వకముగా సంకోచ, వ్యాకోచములను కలిగించుటకు వీలుండును. ఇందులకు భిన్నముగా, జంతుశరీరము నందలి వివిధ ఆవయవములందు కండరములు తమంతట తామే స్వతసిద్ధముగా సంకోచ వ్యాకోచములను కలిగించు శక్తికలవై యుండును. వీటిని అనియంత్రిత కండరములని వ్యవహరింతురు.

సాధారణముగా కండరములు అస్థిపంజరము యొక్క ఎముకలకు తగిలి యుండును. కాని కొన్ని ప్రదేశములలో అవి మృదులాస్థి (Cartilage) కి లేదా అస్థిబంధకములకు లేదా చర్మమునకు అంటుకొని యుండును. చర్మ కండరము పశువులయందు బాగా అభివృద్ధి చెందియుండును. ఈగలను, ఇతర కీటకములను తోలుటకు ఉపకరించును.

### రక్తప్రసార మండలము (Blood vascular system) :

ఇది హృదయముతో, రక్తనాళములతో కలసి ఏర్పడుచున్నది. హృదయము నియంత్రిత, అనియంత్రిత కండరములతో నేర్పడిన ప్రత్యేక రక్తమైన హృదయ కండరములతో ఏర్పడుచున్నది.

ఇందు నాలుగు గదులుగలిగి, తలక్రిందుగానున్న త్రిభుజాకారము గలదై యుండును. పై భాగము నందు రెండు చిన్నగదులను అలిందము (ఆట్రీయం)లు అందురు. క్రిందిభాగపు గదులు పైవాటి కన్న కొంచెము పెద్దటిగా కనబడును. వీటిని హృద్యేశ్వము (వెంట్రీకిల్) అందురు.



పటము. 2

వివిధ అవయవములు (కుడివైపు)

1. ఊపిరితిత్తులు (lungs)
2. కాలేయము (liver)
3. జీర్ణాశయములోని ఒక భాగము (omasum)
4. నిజమైన జీర్ణాశయము (abomasum)
- 5, 6, 7, పేవులు (Intestines)
8. పురీషనాళము (pectum)
9. మూత్రాశయము (Urinary bladder)
10. పిత్తాశయము (gall bladder)
11. వృషణములు (testes)
12. పురుషాంగము (Penis)

శరీరభాగము నుండి హృదయమునకు రక్తమును కొనిపోవు నాళములను “సిర” (వేన్)లు అందురు. హృదయమునుండి, శరీరములోని వివిధ భాగములకు కొనిపోవు రక్తనాళములను ధమనులు (ఆర్టరీస్) అందురు. శరీరపు వివిధ అంగముల నుండి కలుషితమైన రక్తము, ముండునను వెనుకను ఉన్న బృహత్స్పిరల (Anterior and posterior venacqua) ద్వారా కుడి అలిందము

నందు చేర్చబడి, అచటినుండి కుడి హృద్యేశ్వము నకు చేరును. కుడి హృద్యేశ్వము నుండి “పుపుస ధమని” (పల్మోనరీ ఆర్టరీ) కలుషితమైన రక్తమును శ్వాసకోశములకు తీసుకొని పోవును. ఉరః కుహరమునందు కుడి ఎడమల రెండు శ్వాసకోశములుండును. పుపుసధమని కొనివచ్చిన కలుష రక్తము, శ్వాసకోశములందు ఆప్టజసి (Oxygen)తో సంయోగము పొంది శుభ్రపరచబడి తిరిగి పుపుస సిరల గుండా ప్రసరించి ఎడమ అలిందమునందు చేర్చబడును. ఎడమ అలిందము నుండి ఈ రక్తము ఎడమ హృద్యేశ్వమునకు జారును అచట నుండి బృహత్ ధమనీక (Aorta), ద్వారా శరీర మందంతటను వ్యాపించును. జీవకణముల మధ్యనుండు ద్రవమును లిసీకము (లింఫ్) అందురు. కుడి లిసీకా ప్రనాళము, ఉరః లిసీకా ప్రనాళము (thoracic duct) అవి జతగా కలిసి ముందుగల బృహత్స్పిరను కలిసికొనును. ముఖ్యమైన లిసీకా ప్రనాళములు : కుడి లిసీకా ప్రనాళము ఉర్థో లిసీకా ప్రనాళము (thoracic) ఇవి జతగా కలిసి ముందుగల బృహత్స్పిరను కలిసి కొనును. లిసీకా ప్రనాళములు విధిగా ఏదేని లిసీకా గ్రంథి గుండా తప్పక ప్రవహించును. ఈ లిసీకా గ్రంథులు పశువు యొక్క శరీరమునందు అచటచట కూర్చబడి యుండి, లిసీకా ద్రవమును వడబోయును. ఆవు జాతి పశువులందు రక్తనాళముల దారిలో, రక్తనాళమును వడబోయుటకు లిసీకా గ్రంథులు అమర్చబడి యున్నవి.

నాడి మండలము (Nervous system) :

పశువునందు నాడిమండలము మూడు భాగములుగా ఏర్పడి యున్నది.

1. కేంద్ర నాడిమండలము

(Central nervous system)

## 2. ఉపరితల నాడీమండలము

(Peripheral nervous system)

## 3. స్వతంత్ర నాడీమండలము.

(Autonomous nervous system)

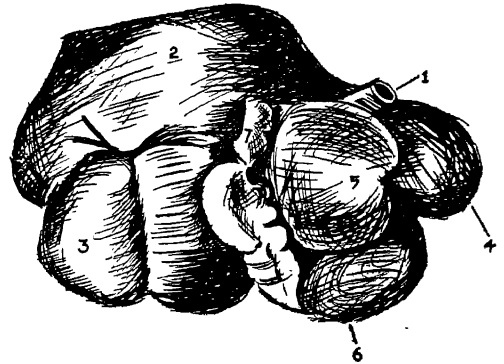
కేంద్ర నాడీమండలమందు మెదడు (Brain) వెన్నుబాము (Spinal cord) కలవు. ఇక ఉపరితల నాడీమండలమున నాడీప్రకాండము(గాంగ్లియా) ఉపరితల నాడీతంత్రులు, నాడీఆగ్రములు ఉండును. వివిధ జంతువులలో నుండు మెదడుయొక్క బరువులు, మానవుని యందు 48 ఔన్సులు; గుఱ్ఱమున 24 ఔన్సులు; ఆవున 16 ఔ ; కుక్కయందు 2 ఔ. జంతువుయొక్క వెన్నుపూసల రంధ్రములలో ఆమర్చబడి, తుంటి ఎముక (Saerum) మధ్యభాగము వరకు వెన్నుపాము వ్యాపించి యుండును. కేంద్ర స్థానముగ మెదడునుండి ఆజ్ఞలను శరీరభాగములకు కొన్ని నాడులుకొనిపోవును. వీటిని ప్రేరక నాడు (Motor nerves) లందురు. శరీర అవయవముల నుండి మెదడుకు వార్తలను తెచ్చు నాడులను సంవేదీ నాడు (Sensory nerves) లందురు. సామాన్యముగా ప్రేరక నాడియు, సంవేదీ నాడియు కలసి ఒకే నాడీతంతువుగా వ్యాపించి యుండును. ఆవు నందును ఎద్దునందును మెదడు నుండి వ్యాపించు నాడులు 12 జతలు; వెన్నుపాము నుండి వ్యాపించునవి 31 జతలు. గుఱ్ఱమునందు 42 జతలు, కుక్కయందు 36 జతలు, వెన్నుపాము నుండి వ్యాపించు నాడీతంత్రులు గలవు.

స్వతంత్ర నాడీతంత్రులు శరీరములోని వివిధ అవయవముల గ్రంథుల రక్తనాళముల వ్యాపారములను ఆదువులో పెట్టును.

అంతస్థ విజ్ఞానము (Splanchnology) :

పశువుయొక్క అంతరవయవములగు ఆహార నాళము, వ్యాసకోశములు, మూత్రవిసర్జక అవయవములు, జననేంద్రియములు అనువానిని వర్ణించునది

అంతస్థ విజ్ఞానము (స్పాన్స్ కనాలజీ -Splanchnology)యందురు. ఇందు ముఖ్యముగా అవయవములు నాళరూపములో నుండి, అంతర్భాగము శ్లేష్మపటలము (మ్యూకస్ మెంబరేన్) వలన కప్పబడి యుండును. ఈ పొర నాళావయవపు రెండు చిద్రములవరకు వ్యాపించి యుండి, చర్మము యొక్క అంతర్భాగము(డెరిమిస్) తో కలిపిపోవును. అంతరవయవముల వ్యాపారములకు సహకరించు అనుబంధగ్రంథు, (Accessory glands) లును అని యంత్రిత కండరములును, కూడా ఇచ్చట వర్ణింపబడును.



పటము. 3

ఆవు అరల పొట్ట

1. అన్న వాహిక

2-3 పొట్ట మొదటి భాగము (Rumen)

4. పొట్ట రెండవ భాగము (Reticulum)

5. పొట్ట మూడవ భాగము (Omasum)

6. పొట్ట నాల్గవ భాగము (Abomasum)

7. చిన్న ప్రేవులు (Small intestine)

జీర్ణకోశ మండలము :

ఇందు ఆహారమును సేకరించి, జీర్ణింపజేసి, పవనమైన ఆహారమును శరీరములోనికి చేర్చి, జీర్ణింపగా మిగిలిన దానిని మలరూపమున శరీరము నుండి బయటకు బహిష్కరించు, వివిధ అవయవ

ములను గురించి తెలుసుకొనబడును. ఈ విధులను నిర్వహించు అవయవములు : ఆహారనాళము; ఇందుకు సహకరించు అనుబంధ అవయవములు. ఆహారనాళము (Alimentary canal) యొక్క వివిధ భాగములు నిర్ణీతవిధులను నిర్వర్తించుటకు- అనువుగా వేరువేరు రూపములను పొంది యున్నవి. ఇవి : 1. నోరు 2. గ్రసని (Pharynx) 3. అన్నవాహిక ((Oesophagus) 4. అన్నాళము. 5. చిన్న ప్రేవులు 6. పెద్దప్రేవులు 7. పురీషనాళము.

ఆహారనాళమునకు అనుబంధ అవయవములు : 1. దంతములు 2. నాలుక 3. లాలాజల గ్రంథులు. 4. కాలేయము 5. క్లోమము (Pancreas) 6. జఠర గ్రంథులు (gastric glands) 7. ఆంత్రరస గ్రంథులు (Intestinal glands).

నోరు ఆహారనాళము యొక్క మొదటి భాగము. ఇందు దంతములు, నాలుక, లాలాజలనాళికా ద్వారములున్నవి. ఆవుజాతి పశువులలో, ఆహారమును నోటిలోనికి తీసుకొనుటకు నాలుక ఉపకరించును. కుక్కలలో కూడ నాలుక ఈ పనికి ఉపయోగ పడును. కాని గుఱ్ఱపు జాతి వానిలో పై పెదవి ఆహారమును పట్టి నోటికి అందించుటకు వినియోగింపబడును. నోటి ద్వారము గ్రసనితో కలియును. ఈ కలియు ద్వారమును "అంతర్గ్రీవము (ఇస్త్రుఫస్ ఫాసియా" - Isthmus phacia) అందురు. ఇది ఆవుల యందు వెడల్పుగా నుండును గాని గుఱ్ఱము లందు ఈ రంధ్రము చిన్నగా యుండుటచే వాంతి చేసినప్పుడు ఆహారము ఆ జంతువులో ముక్కు గుండా వెలికి వచ్చును.

గ్రసని (Pharynx) యందు ఆహారనాళమును శ్వాసకోశములును కలుసుకొనును. దీని యందు ఏడు నాళములయొక్క ద్వారములు తెరచుకొనును. అవి ఏవన : 1. నోరు 2. ముక్కు వెనుక రంధ్ర

ములు 3. అన్నవాహికా నాళపు రంధ్రము 4. చెవి లోని, పటహ కవాటములు (యస్థేషియన్ వాలులు). ఎద్దలయందు అన్నవాహికానాళపు  $\frac{1}{3}$  భాగము నియంత్రిత కండరములచే నిర్మింపబడి యుండి, నెమరువేయుటకు సహకరించును. మిగత భాగము అనియంత్రిత కండరములచే నిర్మింపబడి యున్నది.

**జీర్ణాళయము (Stomach) :**

జీర్ణాళయములోనికి అన్నవాహిక తెరచుకొను ప్రదేశమును కార్డియక్ జీర్ణాళయ మని యందురు. ఆహారమును నెమరువేయు పశువులందు జీర్ణాళయము నాలుగు గదులు కలదిగా యుండును. పిటిని రోమంథిక (రూమెన్), జాలిక (రటికలము), భంజిని (టమెజమ్), ఆమకోశము (అబోమేజమ్) అని యందురు. ఇందు ఆమకోశము నిజమైన సాధారణ రకమైన జీర్ణాళయము. గుఱ్ఱములలో ఒక సాధారణ రకమైన జీర్ణాళయము ఉండును. జీర్ణాళయపు రోమంథిక, జాలిక అనెడు సందుల యందలి ఆహారము సూక్ష్మక్రిముల సంయోగముచే జీర్ణితమై కావలసిన చక్కెర పదార్థములు, మాంసకృత్తులు, క్రొవ్వు అమ్లములు, విటామినులు తయారు అగును. కాని గుఱ్ఱపుజాతి వానిలో పెద్దప్రేవుయొక్క స్థూలాంత్ర (కొలన్) మందలి ఆహారము నుండి సూక్ష్మక్రిముల సంయోగమువల్ల కావలసిన విటామినులు ఉత్పత్తి చేయబడును.

జీర్ణాళయము యొక్క చివరినుండి చిన్న ప్రేవు లేక ఆంత్రము (Intestine) బయలు దేరును. ఈ ప్రదేశమును నిజతర (పైలోరిక్) యందురు. దీనియందు ఒక తలుపు లేక కవాటము అమర్చబడినది. దీనినే నైజతర అందురు. ఈ తుదియందు ఒక కవాటము (Pyloric valve) ఉండును. ఇది భగ్నాస్థికండరముల (Splinter muscles) వలన నిర్మింపబడినది. ఆంత్రములేక చిన్న



ప్రేవు మొదటి భాగమును ఉత్తరాంతము (Duo-denum), తదుపరి వానిని మధ్యాంతము (జయోజనము), “ఈలియమ్” యందురు. ఈలియమ్ పెద్దప్రేవు (large intestine) తో కలియును. పెద్దప్రేవు ఉండుకము (సికం), స్థూలాంతము (కొలన్) అను భాగములతో ఏర్పడినది. ఉండుకము మూతి కట్టిన సంబీ రీతిగా యుండి ఆహారమును కొద్దిసేపుపాటు, నిలువయుంచును. గుట్టములో పెద్ద స్థూలాంతము చిన్న స్థూలాంతము అని, రెండు విభాగములు కలవు. పెద్ద స్థూలాంతములు విశాలముగా నుండి ఆహారమును కొంతవరకు నిలువ చేయును. ఇందు ఆహారముపై సూక్ష్మక్రిముల సంయోగముచే ఆహారము జీర్ణమగును. గుట్టములలో పెద్ద స్థూలాంతము సంచులు సంచులుగా మడిపడి యుండును. ఈ కారణము వల్లనే జీర్ణిత పదార్థము వాటిలో పెద్ద పిడకల స్వరూపములో ఉండి, జీర్ణముకాగా మిగిలిన మలము పేడరూపమున పురీషనాళము ద్వారా విసర్జింపబడును.

పశువు నోటియందు రెండు రకములైన లాలాజల గ్రంథులుండును. ఈ గ్రంథుల నుండి మ్యూకన్ (జిగురు), లాలాజలము స్రవింపచును. ఆహారములోని పిండిపదార్థముల నుండి గ్లూకోజ్ ఉత్పత్తి చేయుటకు ఇవి ఉపయోగపడును. నోటియందు ఉత్పత్తియైన మ్యూకన్ ఆహారము క్రిందుగా జారుటకు సహకరించును.

**శ్వాసకోశ మండలము (Respiratory system) :**

శ్వాసకోశమండల మందు ముక్కు కుహరము, గ్రసని, శబ్దపేటిక, శ్వాసనాళము (Trachea), చిన్న శ్వాసనాళములు, శ్వాసకోశములో వాయుకోశములు (alveoli) అను భాగములు కలవు. ముక్కు కుహరము, శ్వాసకోశముయొక్క మొదటి విభా

గము. బాహ్యము నుండి, వాయువులోనికి పోవుటకు ఇది ద్వారముగ ఉపకరించుటయేగాక, ప్రూజేంద్రియ నాడులకొనలు దీని ఆమత్వచపు (mucous membrane) పొర యందు కూర్చబడి యుండుటచే వాననల జ్ఞానము కలుగుచున్నది. ముక్కు, కుహరము వైపున రెండు చిద్రములచే గ్రసనిలోనికి తెరచుకొను చున్నది.

**శబ్ద పేటిక (Larynx) :**

గ్రసని నుండి శబ్దపేటికకు ఒక ద్వారము కలదు. శబ్దపేటిక యందు రెండు పలుచని కండరముల పొరలు, దాని గోడలనుండి వ్రేలాడుచుండును. పశువు అరచునపుడు శ్వాస విగింపబడి ఒత్తిడితో శబ్దపేటిక పొరలు కదలి శబ్దము ఉత్పత్తియగును. శ్వాసకోశనాళము (Trachea) అర్థచంద్ర ఆకారముగల ఉపాస్థి (Cartilage) ఉంగరములతో చేయబడి, గొట్టపు ఆకారమున నుండును. ఇది శబ్దపేటిక చివరనుండి మొదలై కొంత దూరము పోయిన తరువాత రెండు శాఖలుగా విడిపోవును. ఈ చిన్న శ్వాసనాళములు తిరిగి శాఖోపశాఖలుగా విభజింపబడి తుదకు వాయుకోశములుగా మారును.

**మూత్రపిండములు :**

ఇవి హృదయ కుహరమునందు వెన్నెముకకు ఇరు వైపుల, ప్రక్కలెముకలకు క్రిందుగా, ఎఱ్ఱ దూసర వర్ణముతో కోలగాయున్న అకారముతో కనబడును. ఇవి, వాని పుటాకారపుటంచులు ఎదురెదురుగా నుండునట్లు, అమర్చబడి యున్నవి. వీటి పుటాకారపు కొనయందు యున్న సొట్ట ప్రదేశమును హైలమ్ యందురు. మూత్రపిండ ధమని ఈ సొట్ట నుండియే లోనికి ప్రవేశించును. మలినరక్తము మూత్రపిండ ధమని ద్వారా మూత్రపిండములలో ప్రవహించి మార్ ఫిజియన్ ప్రావరము (మార్ ఫిజియన్ కాప్యులు) వల్ల శుద్ధిచేయబడును. ఈ రక్తము తిరిగి మూత్రపిండ సిరద్వారా

సామాన్య ప్రసరణముతో కలియును. మూత్రపిండముల పుటాకారపు అంచులనుండి మూత్రనాళములు బయలుదేరి ఉదరకుహరమునందు వెనుకకు అధోముఖముగా పోయి కటివలయము నందున్న కండర నిర్మితమైన మూత్రాశయము (Urinary bladder)ను చేరును. మూత్రాశయపు క్రిందికొనయందు మూత్రాశయ నాళము (urethra) ఉండును. ఈ రెండును కలియుచోట సంవరణ కండరము కలదు. ఎద్దులలో మూత్రాశయనాళము చాలా పొడవుగా

నుండి కటివలయమున కొంత పురోనితంబు భాగముగా విభజింపబడి యుండును. ఈ నాళము గుండా మూత్రమును, మగ పశువు యొక్కవీర్యమును వెలికి వచ్చును.

మూలము: డా॥ యం. మహేందర్.

డా॥ హె. వి. సుందర్ రావు.

అనువాదము: డా॥ సి. హెచ్.

సత్యనారాయణ.

# వ్యవసాయశాస్త్రము

( Agriculture )

## 162. భారతదేశ వ్యవసాయాభివృద్ధి సింహావలోకనము

‘‘కృషి మూలమ్’’ జీవనం, ‘‘కృషితో నాస్తి దుర్భిక్షం,’’ అనే లోకవిదిత సూక్తులు వ్యవసాయ ప్రాముఖ్యతను చాటుచున్నవి. అదిగా వ్యవసాయంలో మానవుడు ప్రకృతి తనకు అనువగు రీతిలో సహాయపడే విధముగా ప్రయత్నం చేస్తూ వచ్చాడు; అనుకొన్న రీతిగా ఆహారోత్పత్తికేగాక పరిశ్రమలకు అవసరమైన ముడిపస్తువులను సరఫరా చేయడానికి ప్రకృతిని ఆశ్రయిస్తూ వచ్చాడు. ఈ పరిస్థితి ఆర్థికంగా అభివృద్ధి చెందుతున్న దేశాలలో సారాంశంగా గమనింపబడుతున్న విషయం. అభివృద్ధిచెల్లి, అభివృద్ధివల్ల ఖామమును ప్రకృతి సృష్టించే పరిస్థితులలోకూడా, మానవుడు తాను సంపాదించిన సాంకేతిక పరిజ్ఞానముతో ప్రకృతివల్ల సహాయమును పొందుతూ ప్రయత్నిస్తున్నాడు. స్వాతంత్ర్యము వచ్చిన తరువాత వ్యవసాయ రంగంలో చెప్పుకోతగ్గ అభివృద్ధి చేకూరింది.

నేటి అభివృద్ధి పరిస్థితులకు ఆధునిక విజ్ఞానమే కారణము. ఇతర అభివృద్ధి దేశాలలో శతాబ్దాలలో సాధించిన వ్యవసాయాభివృద్ధిని మన దేశం కొద్ది సంవత్సరాలలోనే సాధించగలిగింది. అసంగ్గ

స్థితిలో వున్న వ్యవసాయాన్ని శాస్త్రీయరీతిగా అభివృద్ధి పరచడము అంత సులభమైన పని కాదు. జాతీయ ఆర్థికస్థాయిని స్థిరమైన రీతిలో అభివృద్ధి పరచి వ్యవసాయ విప్లవాన్ని తెచ్చి వ్యవసాయమే జీవనాధారంగా చేసుకొన్న ప్రజలందరికీ ఉన్నత జీవనస్థాయిని సంపాదించవలసిన అవసరము ఎంతైనా వున్నది.

అభివృద్ధి చెందుటకై రైతులను సుశిక్షితరైన విద్యావంతులుగా చేసి స్వశక్తిపై ఆధారపడేటట్లుగా చేయూత నియవలసిన అవసరమెంతైనా యున్నది. వ్యవసాయముతోపాటు వ్యవసాయ ఆధార పరిశ్రమలను కూడా పెంపొందించి కీలక సౌకర్యములను సమకూర్చి అధికసంఖ్యాకులకు ఉద్యోగావకాశములు కల్పించుచూ, తక్కువ పెట్టుబడితో అధికోత్పత్తి కావించి స్వయం సమృద్ధి పొందవలసి వున్నది.

1971-72 సంవత్సరము నందలి 105.2 ఏరియను టన్నుల ఉత్పత్తి మునుపటి సంవత్సరముల అత్యధిక స్థాయికంటే 81 మిలియను టన్నులు తక్కువ. 1972-73 సంవత్సరములో వివిధ ప్రాంతములలో వర్షాభావము వల్లను, విద్యుత్ కొరతవల్లను

ధాన్యాలలో ముఖ్యముగా గోధుమను దిగుమతి చేసు కోనడమైనది. 1970-71, 1971-72, మరియు 1972-73 సంవత్సరములలో ఏదో ఒక ప్రాంత మందు అనావృష్టి కానవచ్చినది. 1970-71లో గుజరాత్, కర్ణాటక, మధ్యప్రదేశ్, మహారాష్ట్ర మరియు రాజస్థాన్ రాష్ట్రములలో, 1971-72 లో ఆస్సాం, బీహార్, జమ్మూకాశ్మీరు, కర్ణాటక, మహారాష్ట్రలలో; 1972-73 లో దేశం మొత్తం మీద 13 రాష్ట్రములలోను అనావృష్టి ఏర్పడినది.

ఇటీవల అంతర్జాతీయ ఆహార సంస్థ జరిపిన (F.A.O) సర్వేప్రకారం ఆహారకొరత కేవలము మన దేశమునకే పరిమితము కాలేదనిన్ని ఇతర దేశాలలో కూడా ఉన్నట్లున్ను వెల్లడయింది. అయితే భారతదేశమందలి కొరత ప్రణాళిక లోపమువల్ల జరిగినట్లు భావించబడింది. 1972 లో ప్రపంచములో పలుదేశాలు అనావృష్టితోబాటు ఇతర వాతావరణ వై పరిత్యాన్ని ఎదుర్కొన్నవి. 20 సంవత్సరాలలో ప్రపంచములో ఎన్నడూ ఆహారధాన్యాల నిలువలు 1972 నాటి స్థాయికి దిగజారలేదు. దీనివల్ల ప్రతి దేశములోను ఆహార ధాన్యాల ధరలు పెరిగినవి. వర్షాధారమువల్ల ఉత్పత్తిలో మూడు శాతము, పంటల విస్తీర్ణములో 4 శాతము తగ్గదల కనిపించింది. దూరప్రాచ్య దేశాలలో మాత్రము భారతదేశముతో సహా 1971 లో ఉత్పత్తి ఒక శాతము పెరిగింది. వరి పండించు దేశములన్నింటి లోను వరి దిగుబడులు తగ్గినవి.

అంతర్జాతీయ ఆహార వ్యవసాయ సంస్థ ప్రకటించిన రీతిగా అనావృష్టి, ఆహార ధాన్యాల ఉత్పత్తి నేకాక వాణిజ్యపంటల ఉత్పత్తినికూడా తగ్గించింది. చమురు ధాన్యాల ఉత్పత్తి భారతదేశములో ఎక్కు

వగా దెబ్బతిన్నది. 1972-73 లో వేరుశనగ ఉత్పత్తి 36.5 శాతం తగ్గడంవల్ల నూనె దిగుమతి చేయబడింది. పంచదార ఉత్పత్తి తగ్గింది. 1971-72 లో చెరకు విస్తీర్ణము, 1970-71 కంటే 8.81 శాతం తక్కువ. ప్రత్తి ఉత్పత్తి కూడా 1972-73 లో, 1971-72 లో పోల్చితే తక్కువే.

దేశములో ధాన్యపు కొరతవల్ల బంపిన వర్గాలు చాలా దెబ్బ తిన్నాయి. ధాన్యము బోకు ధరలు 1971 ఆఖరు మొదలు 1972 ఆఖరు వరకు 20 శాతం పెరిగినవి. దీని ప్రభావము 1973 లో కూడా కనిపించింది. 1973 సంవత్సరములో ప్రభుత్వము ధాన్యపుధరల పెరుగుదలను అరికట్టడానికి, మరియు సత్వరముగా సరఫరా చేయడానికి గోధుమ బోకు వ్యాపారాన్ని మొట్టమొదట సారిగా జాతీయము చేయుటతోపాటు, దేశ అవసరాలకుగాను 20 లక్షల టన్నులు గోధుమలను దిగుమతిచేసింది. 1971-73 మరియు 1973-74 లో అత్యధిక అనావృష్టికి గురియైన రాష్ట్రాలైన గుజరాతు, మహారాష్ట్ర, రాజస్థాన్ ప్రజల సహాయార్థం ఉచిత భోజన సదుపాయాలు కల్పించడానికి గ్రామాలలో కరవు పనుల కార్యక్రమాలు కల్పించడానికి కేంద్ర ప్రభుత్వము 38 కోట్ల రూపాయలను ప్రత్యేకముగా కేటాయించింది.

1973-74 తరువాత దేశచరిత్రలో వ్యవసాయ రంగములో జరిగిన మార్పులు సత్వర ఆహార అభివృద్ధికి గట్టి పునాదులు వేసి వ్యవసాయ రంగంలో తరచుగా కానవస్తున్న ఆహార కొరతలను తగ్గించడానికి సహాయపడ్డాయి.

ఆచార్య కె. ఎస్. సూర్యనారాయణ.

## 163. వ్యవసాయ ప్రగతి - ఆహారోత్పత్తి

మన దేశపు ఆర్థిక వ్యవస్థలో వ్యవసాయము ప్రధానమైనది. 70 శాతము ప్రజలకు వ్యవసాయమే ముఖ్యాధారము. నాటికి నేటికి వ్యవసాయమే ప్రజలకు జీవనాధారమైనది. భవిష్యత్తులో ఎక్కువ మార్పు ఉండకపోవచ్చు. 45 శాతము జాతీయ ఆదాయమునకు వ్యవసాయము, అటవీ సంపద, పశుసంపదలే మూలము.

దేశములో తక్కువ వ్యవసాయ దిగుబడి అన్ని కొరతలకు మూలకారణము. ఈ కొరతల సమస్యను ఎదుర్కొనుటకు అన్నింటికీ మూల కారణమైన దిగుబడి, పొదుపు, పెట్టుబడుల సమస్యల నెదుర్కొనునట్లే వ్యవసాయ రంగమున ఎక్కువ ఉత్పత్తి సాధకములను, ఆధునిక వ్యవసాయ విషయిక విధానములను ప్రవేశ పెట్టవలెను. ఎక్కా వారిగా తక్కువ దిగుబడి ఒక ఆర్థిక విషయమే కాకుండా మానవ సంబంధమైన విషయంకూడా.

1960 నాటికి 5 కోట్ల కమతములలో వ్యవసాయము కొనసాగినది. ఈ కాలముననే కమతము సగటు విస్తీర్ణము 2.6 హెక్టార్లు మాత్రమే. కాలక్రమేణా వ్యవసాయ విస్తీర్ణము జనాభా సంఖ్యతో సమానంగా పెరుగుచున్నందువల్ల కమతాల సగటు విస్తీర్ణము కూడా తగ్గినది. వ్యవసాయ సాగుబడి మీద, విస్తీర్ణము మీద, వ్యవసాయ ఉత్పత్తి ఆధారపడినది. అక్కడక్కడ కొన్ని కమతములలో సాధించబడ్డ వ్యవసాయ ప్రగతి ఉత్తేజకరమైనప్పటికీ ఇదే రీతిగా వ్యవసాయ దిగుబడిని దేశము మొత్తము మీద ఇదే స్థాయికి పెంచటము అంత సులభమైన పనికాదు.

కాని ఎన్ని సాంకేతిక పరిమితులు ఉన్నప్పటికీ ఈనాటికి పంటల దిగుబడి విషయమున కొంత

అభివృద్ధిసాధించి యున్నాము. 1950 నాటి ఆరు కోట్ల టన్నుల ఆహార ధాన్యముల ఉత్పత్తి, 1964-65 నాటికి క్రమముగా 890 లక్షల టన్నులకు పెరిగినది అంటే 1964-65 వరకు సంవత్సర సరాసరి 8 శాతము చొప్పున పెరిగినది. ఈ అభివృద్ధిలో 1.6 శాతము ఎకరాలవారీ దిగుబడి అధిక రాలుపులన మాత్రమే జరిగినది. 1950 సంవత్సరమునకు పూర్వము క్షీణించిన వ్యవసాయఉత్పత్తి 1950 తరువాత అభివృద్ధిపథాన సాగినది. సంవత్సరమునకు సరాసరిన 2.4 శాతము చొప్పున జనాభా పెరిగినప్పటికీ ఆహారఉత్పత్తి జనాభా ఉత్పత్తి కంటే ఎక్కువగా యున్నది. 1950-51 నుండి 1964-65 సంవత్సరముల మధ్య సరాసరి సంవత్సరమునకు 20 లక్షల టన్నుల అధిక ఉత్పత్తి, నీటి పారుదల అభివృద్ధివల్ల ఆధునిక వ్యవసాయముపై వీలయినది. 1950-51 నుండి 1964-65 వరకు జరిగిన ఉత్పత్తి అభివృద్ధి ముఖ్యంగా ఆహార ధాన్యముల ఉత్పత్తి మాత్రమే కాదు; ఇతర వ్యవసాయ ఉత్పత్తి సరాసరి సంవత్సరమునకు 3.6 శాతము పెరిగినది.

ఇదివరలో చెప్పినట్లు రెండవ పంచవర్ష ప్రణాళికా అంతము వరకు జరిగిన అభివృద్ధి ప్రధానముగా అనుసంశిత వ్యవసాయ పద్ధతులమీదే ఆధారపడినది. ఆ తరువాత కొన్ని ప్రాంతములలో సాంద్ర వ్యవసాయ కార్యక్రమములు ప్రారంభమైనవి. 1960-61 న జిల్లా సాంద్ర వ్యవసాయ కార్యక్రమము ప్రారంభమైనది. ఈ కార్యక్రమము వలన నీటిపారుదల అవకాశముగల జిల్లాలలో హెచ్చు వ్యవసాయ ఉత్పత్తిని సాధించి, ప్రయోగాత్మకముగా ప్రజలకు చూపించుటకు ప్రారంభించబడినది. ఈ

కార్యక్రమమువల్ల అధిక ఉత్పత్తితో బాటు అధిక ఆదాయము కూడా ప్రజలు పొందగలిగిరి. 1963-64 నాటికి 17 జిల్లాలలో ఈ వ్యవసాయ కార్యక్రమము అమలు జరుపబడెను. 1964-65 తరువాత కొన్ని ప్రాంతములలో కొన్ని ప్రజలకు మాత్రమే సాంద్రవ్యవసాయ కార్యక్రమము అమలు జరుపబడెను. ఆహారోత్పత్తిలో పాతపద్ధతుల హద్దులు ఆధునిక పద్ధతుల అవకాశములు ప్రజలకు తెలియ జేయడమే ఈ రెండు కార్యక్రమముల ఉద్దేశ్యము.

అధిక ఉత్పత్తి కొరకై వ్యవసాయ సరఫరాలు పెచ్చు చేయబడెను. ఉత్పత్తికి గిట్టుబాటుధర నిర్ణయమువల్ల, అధిక ఉత్పత్తికి అవకాశములు పెరిగెను. వ్యవసాయ ప్రవీణులు అధిక ఉత్పత్తి వంగడములను కనిపెట్టిరి. నీటి పారుదల అవకాశములు ఎక్కువ చేయబడినవి. పెచ్చు ఉత్పత్తికి వీలగు రీతిగా కార్యక్రమములు రూపొందించబడెను. ప్రజలు ఆధునిక వ్యవసాయ పద్ధతులను ఆవలంబించుటకుగాను వ్యవసాయ విస్తరణ కార్యక్రమములు ప్రారంభింపబడెను. వ్యవసాయ దారులకు సహాయపడు రీతిగా ధరలు నిర్ణయింపబడుటయేకాక రసాయనిక ఎరువుల సరఫరా మెరుగుపడెను. ప్రజలు కూడా వ్యవసాయాభివృద్ధి సాధించుటకై నూత్న వ్యవసాయ పద్ధతులను ఆవలంబించిరి.

1966-67 నుండి వ్యవసాయాభివృద్ధికి ప్రత్యేక కార్యక్రమములు అమలుపరుచ బడెను. అధిక దిగుబడి వంగడముల కార్యక్రమము అమలులోకి వచ్చెను. ఈ కార్యక్రమమునకు సహాయకారిగా రసాయనిక ఎరువులు వ్యవసాయ సంరక్షణ సాధనలు పెచ్చు చేయబడెను. పలు పంటల కార్యక్రమమునకు, నీటి వనరుల అభివృద్ధికి, వ్యవసాయ పరిశోధనకు, విద్యాబోధనకు, వ్యవసాయ విస్తరణ కీలక మార్గముల అభివృద్ధి చేయుటకు, రైతు శిక్షణ కార్యక్రమములకు, పరపతి సంస్థలకు,

మార్కెటింగ్ గిడ్డంగుల విషయములకు, వ్యవసాయదారులకు గిట్టుబాటు ధరల నిర్ణయ విషయమునకు ఎక్కువ ప్రాధాన్యము నిచ్చిరి. ఎక్కువ విస్తీర్ణములో అధిక దిగుబడులనిచ్చి ఎక్కువ ఎరువుల మోతాదుకు అనువుగా నుండు వరి, గోధుమ, జొన్న, సజ్జ, మొక్కజొన్న వంగడములను పండించుటకు కార్యక్రమములు ఏర్పడెను. ఈ అధిక దిగుబడి వంగడముల కార్యక్రమము నీటి వనరులున్న ప్రాంతములను వర్షము బాగుగ కురియు ప్రాంతములలోను అమలుజరుపబడెను. ఈ అధిక దిగుబడి కార్యక్రమమునకు ప్రజల సహకారమువల్ల అధిక దిగుబడి వంగడములు విస్తీర్ణము 1966-67 నాటికి 18.9 లక్షల హెక్టారులకు విస్తరింపబడెను. 1972-73 నాటికి 220.9 లక్షల హెక్టారులకు అది విస్తరించెను.

1972-73 నాటికి 191 లక్షల హెక్టార్లు లోని గోధుమ పంట విస్తీర్ణంలో ఒకకోటి హెక్టార్లు అధిక దిగుబడి వంగడముల క్రింద సాగయ్యెను.

దీనివల్ల గోధుమ ఉత్పత్తి 1964-65 నుండి 1971-72 నాటికి 128 లక్షల టన్నుల నుండి 254 లక్షల టన్నులకు పెరిగెను. అధిక దిగుబడి వరి వంగడములవల్ల ఉత్పత్తి 1971-72 నాటికి ఉత్పత్తి 449 లక్షల టన్నులు, అసగా 1964-65 కంటె 120 లక్షల టన్నులు అధిక మాయెను.

అధిక దిగుబడి జొన్న, మొక్కజొన్న వంగడముల క్రింద విస్తీర్ణము ఎక్కువగా అభివృద్ధి కాలేదు. ఈ వంగడములు ఎక్కువ కీటకములకు రోగములకు లొంగుటవల్ల విస్తీర్ణము ఎక్కువ కాలేదు. జొన్న, మొక్కజొన్నల కంటె సజ్జ క్రింద విస్తీర్ణము అధికమయ్యెను.

అధిక దిగుబడి వంగడముల సాగువల్ల కొన్ని పంటలు విస్తీర్ణము క్షీణించెను. ముఖ్యముగా రబీ పంటలుగా పండింపబడు కంది, పెసర, మినుము పంటల విస్తీర్ణము, సన్నగిల్లెను. ఎక్కువ కాకాహారాలున్న భారతదేశంలో పప్పుధాన్యములు చాలా ప్రధానమైనవి. వీటి విస్తీర్ణములో ఎక్కువ మార్పులు లేకుండా వీటిని హెచ్చు లాభదాయకముగా చేయవసరమున్నది. వేరుశనగ, ప్రత్తి, జనుము మొదలగు వాణిజ్య పంటల విస్తీర్ణంలో ఎక్కువ అభివృద్ధిలేదు. ప్రత్తిలో హెచ్చు దిగుబడి వంగడములున్నప్పటికీ తక్కువ వ్యవధి వంగడముల అవశ్యకత నీటి పారుదల ప్రాంతములకు

హెచ్చుగా యున్నది. వర్షాధార ప్రాంతమునకు తక్కువ వ్యవధి పంటలు చాలా ప్రధానమైనవి. ఇతర పంటలలోను అధిక దిగుబడి వంగడముల అవశ్యకత హెచ్చుగా యున్నది. కాయధాన్యముల వాణిజ్య పంటల, పప్పుధాన్యముల పంటల విస్తీర్ణ విషయమున సరియగు శ్రద్ధ చాలా అవసరము. మరియు ప్రకృతి మీద ఆధారపడు వర్షాధార ప్రాంతములలో ఉత్పత్తిని హెచ్చు చేయుటకు ప్రత్యేక పరిశోధన కార్యక్రమములు చాలా అవసరము.

ఆచార్య కె. ఎన్. సూర్యనారాయణ.

## 164. వ్యవసాయ పరిశోధన: నాడు - నేడు

వ్యవసాయము మన దేశ ఆర్థిక వ్యవస్థకు వెన్నెముక వంటిది. 70 శాతం ప్రజలకు బ్రతుకు తెరువు కల్పించడమేకాక 50 శాతము జాతీయ ఆదాయము, వ్యవసాయము నుండే లభిస్తోంది. అంతేకాక ఎగుమతుల్లో కూడా 40 శాతానికి పైగా వ్యవసాయమే ఆధారము. దేశంలోని అన్ని పరిశ్రమలకు అవసరపడే ముడి వదార్థాలకు వ్యవసాయమే ప్రధానమైనది.

సంవత్సరాల తరబడి గ్రహించిన అనుభవమే సాంప్రదాయ వ్యవసాయ పద్ధతులకు మూలమై, ప్రస్తుత వ్యవసాయ ఉత్పత్తి స్థాయికి నాందిపలికింది. కానీ రోజు రోజుకూ, పెరిగిపోతున్న జనాభాకు అవసరమైన ఆహారాన్ని చేకూర్చటానికి, సాంప్రదాయ వ్యవసాయ పద్ధతులకు బదులుగా నవీన పద్ధతులు అవలంబించడం అత్యవసరము. అధిక ఆహారోత్పత్తికి వ్యవసాయ పరిశోధన అతి ముఖ్యమైనదని 25 సంవత్సరములకు పూర్వమే

తెలుసుకోబడి, వ్యవసాయ పరిశోధనకు తగిన దోహదమివ్వడమైనది.

**కీలక వనరులు :**

స్వాతంత్ర్యము రాక పూర్వము వ్యవసాయ పరిశోధనకు, వ్యవసాయ కళాశాలలు, వివిధ వ్యవసాయ పరిశోధనా సంఘాలే, కాక కేంద్ర సంస్థలు కూడా సహాయపడ్డాయి. 1868 లో సైదాపేటలో స్థాపింపబడి, 1907 లో కోయంబత్తూరుకు తరలింపబడిన, ప్రస్తుత వ్యవసాయ కళాశాల, మరియు పరిశోధనా కేంద్రము, మరియు 1905 న హుసా (బీహారు)లో వ్యవసాయ కళాశాలగా నెలకొల్పబడి, ప్రస్తుతము ఢిల్లీలో ఉన్న భారతీయ వ్యవసాయ పరిశోధన కేంద్రము వ్యవసాయ పరిశోధనలో కీలక పాత్ర వహించాయి.

1919 లో రాజ్యాంగ సవరణ మూలంగా వ్యవసాయము రాష్ట్ర ప్రభుత్వాల పరం అయింది.

1928 లో ఏర్పడిన రాయలు కమిషను (Royal commission) ఒక కేంద్ర వ్యవసాయ పరిశోధన సంస్థను నెలకొల్పటానికి సిఫారసు చేసెను. ఈ సిఫారసు ననుసరించి "ఇంపీరియల్ కౌన్సిల్ ఆఫ్ అగ్రికల్చరల్ రీసర్చ్" ఏర్పాటు చేయబడింది. ఈ సంస్థ ఒక్కటే కాకుండా కేంద్ర ప్రతి పరిశోధనా సంఘము, (Counail of cotton committee)నమూనాలో, చెరకు, పొగాకు చమురు గింజలు, జనపనారలకు, వేరు వేరుగా ప్రత్యేక సంస్థలు ఆయా సంటలపై పరిశోధనకు గాను నెలకొల్పబడ్డాయి. ఇవికాక కేంద్ర వ్యవసాయ మంత్రిశాఖ ఆధీనములో పనిచేయుచున్న మరి కొన్ని-కేంద్ర పరిశోధన స్థానము కటక్ లోను, అలుగడ్డ పరిశోధన స్థానము సిల్వాలోను, చెఱకు పరిశోధన స్థానము కోయంబత్తూరులోను-ముఖ్యమైనవి. ఈ పై సంస్థలన్ని దేశిక స్వతంత్రంగా పనిచేయుచు పరిశోధనా కార్యక్రమములను, నిర్వహించుటవల్ల పరస్పర సహకారము, సమన్వయత లోపించినవి.

దేశానికి స్వాతంత్ర్యము వచ్చిన తరువాత ఏర్పడిన వివిధ సాంకేతిక నిపుణుల కమిటీలు, వ్యవసాయ పరిశోధనను పునర్వ్యస్థీకరించడానికి కొన్ని సూచనలు చేశారు. అట్టి వానిలో :-

మొదటి ఇండో అమెరికన్ టీమ్ - 1955 (First Indo-American Team).

2. మొదటి జాయింట్ ఇండో అమెరికన్ టీమ్-1958. (The first joint Indo-American Team of Agricultural Research and Extension)

3. రెండవ జాయింట్ ఇండో అమెరికన్ టీమ్- (వ్యవసాయ విద్యాబోధన, పరిశోధన మరియు విస్తరణలకై) 1959. (The second joint Indo American Team on Agricultural Education, and Extention).

4. వ్యవసాయ పరిపాలన సంఘము (నంగర్ కమిటీ) (The Agricultural Administration committee)

5. వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయాల శాసనముల సంఘము - (డా॥ కుమింగ్స్ కమిటీ) 1962 (The Committee for Agricultural Universities Legislation - Cumming's committee).

6. వ్యవసాయ పరిశోధన పరిశీలనసంఘము - 1963 (The Agricultural Research Review Team).

**వ్యవసాయ పరిశోధన :**

1928 రాయల్ కమిషను సిఫారసుల ప్రకారము మెట్ట ప్రాంతాలకు, వర్షాధార ప్రాంతాలకు, నీటి పారుదల ప్రాంతాలకు, క్రొత్త విజ్ఞాన నిపుణతను అభివృద్ధి చేయవలసిన అవసరము తెలియజేయబడింది. ఈ శతాబ్దపు ఆరంభంలో స్థానిక వంగడాలనుండి అధిక దిగుబడి నిచ్చు రకాలను ఎన్నుకొనుటయే పరిశోధనలో ప్రధానాంశముగా యుండెను. ఉత్పత్తి పరిశోధనలు, సస్యరక్షణ, భూసార రక్షణ పరిశోధనకు, ప్రాధాన్య మివ్వబడలేదు. అంతేగాక, సంకరజాతి పరిశోధన కూడా తలపెట్టబడలేదు. భారతీయ వ్యవసాయ పరిశోధన సంస్థను పునః వ్యస్థీకరించిన తరువాత వ్యవసాయ పరిశోధనలో నెప్పుకోదగ్గ మార్పులు తేవడానికి ప్రయత్నాలు సాగాయి. 1957 రాక్ ఫెల్లర్ ఫౌండేషన్ సహకారముతో అఖిలభారత మొక్కజొన్న అభివృద్ధి సమన్వయకృత పథకం ప్రారంభించబడెను. దాంతో సంకరజాతి వంగడాల ఉత్పత్తికై పరిశోధనలు ప్రారంభమయ్యాయి. ప్రపంచపు నలుమూలలనుండి వివిధ వంగడాలను నేకరించి పరిశోధన చేపట్టబడ్డది. ఇదే విధానంగా వరి, జొన్న, చిరుధాన్యములు, చెరకు, పొగాకు పంటల అభివృద్ధికి కూడా వేరువేరు పథకాలు,



కార్యక్రమాలు అఖిల భారత స్థాయిలో మార్పు గావించడం జరిగింది.

ఇటీవలే మెట్ట సేద్య విషయంగాను, సీజీపారు దల నిర్వాహణ విషయంగాను జాతీయస్థాయి పరిశోధన కార్యక్రమాలు ఏర్పరచబడ్డాయి. ఇంతేకాక దేశంలో వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయములు నెలకొల్పడం కూడా జరిగింది. 1960 నుండి ఇప్పటి వరకు దేశము మొత్తం మీద 24 వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయాలు ప్రోత్సహించబడ్డాయి. ఇవి ప్రత్యేకంగా వ్యవసాయ రంగంలో విద్యాబోధన, పరిశోధన, విస్తరణ కార్యక్రమాలను సమన్వయపరచి వ్యవసాయం, పశుసంపద, గృహవిజ్ఞాన పరిశోధనాంశాలను అందరికీ తెలియజేయడం లాంటి విషయములలో నిమగ్నమైనాయి. ఈ కార్యక్రమాలన్ని వ్యవసాయానికి దోహదములు.

వివిధ సంస్థల సీపారసులకు అనుగుణంగా ఇంత వరకు పరిశోధనకు సహాయపడుతున్న భారత వ్యవసాయ పరిశోధనా సంస్థ (I.C.A.R), దేశములోని విద్యాబోధనను, పరిశోధనను సమన్వయపరచి సమగ్ర ప్రగతి సాధనకు కేంద్ర సంస్థగా పునఃవ్యవస్థీకరింపబడింది. ఈ మార్పుల మూలంగా వేరువేరుగా వ్యవహరిస్తున్న కేంద్ర వ్యవసాయ పరిశోధనలు వివిధ పంటలకు ప్రత్యేకంగా నెలకొల్పబడ్డ పరిశోధన సంస్థలో లీనమయ్యాయి.

పలురకాల పంటల వేర్వేరు అవసరాలను దృష్టిలోపెంచుకొని వ్యవసాయ పరిశోధన మరింత పటిష్టం చేసే ఉద్దేశంతో అఖిల భారత స్థాయిలో వేర్వేరు సమన్విత పథకాలను చేబట్టి ఆయా పంటలలో నవీనవ్యవసాయ పద్ధతులను రూపొందించుటలో భారత వ్యవసాయ పరిశోధనా సంస్థ, తాను చేపట్టిన కార్యక్రమాలు చాల వరకు సరికొత్త విజ్ఞానాన్ని సమకూర్చడమేకాక ఆ విజ్ఞానాన్ని రైతులకు అంద

జేయగలడం కూడ సాధించింది. ఈ విషయంలో ప్రభుత్వం ఒక సరికొత్త మార్గాన్ని అవలంబించిందనే చెప్పాలి.

### వ్యవసాయాభివృద్ధి :

మన వ్యవసాయ వ్యవస్థలో పలురకముల పంటల సేద్యంతో పాటు ఎక్కువ విస్తీర్ణములో ఆహార పంటలే పండించడం ఒక ప్రత్యేకత. మొత్తం మీద 1680 లక్షల హెక్టార్ల పంట భూమిలో, 1280 లక్షల హెక్టార్లలో ఆహార ధాన్యాలే పండింప బడుతున్నాయి. వ్యవసాయ ఉత్పత్తి అధికం చేయడానికి చేపట్టబడ్డ కార్యక్రమాలలో ఆహార ధాన్యాలకే ప్రత్యేక స్థానం ఇవ్వబడినది. స్వాతంత్ర్యము వచ్చిన తొలిదశలో అధికాహారోత్పత్తి కార్యక్రమాన్ని (G.M.F) ప్రభుత్వం చేపట్టింది. ఈ కార్యక్రమముతో బాటు సమాజాభివృద్ధి కార్యక్రమములు గ్రామీణ ప్రజల అభివృద్ధికి పీఠంగా ఏర్పడినవి. ఇన్ని కార్యక్రమాలు ఏర్పడినప్పటికి వ్యవసాయ ప్రగతి చెప్పుకోతగ్గ రీతిగా లేకుండెను. వ్యవసాయ ఉత్పత్తి 1949-50 నుండి 1964-65 వరకు సగటున 3.19 శాతము మాత్రము అభివృద్ధి చెందెను. ఇదే కాలములో పంటల విస్తీర్ణము సాలుసరి 1.55 శాతము, దిగుబడి 1.60 శాతము మాత్రము పెరిగెను. మూడవ ప్రణాళికాకాలం వరకు ఎక్కువైన సాగుబడి విస్తీర్ణములో 2/5 భాగము పలు పంటల వలన, 3/5 భాగము కొత్తగా సాగుకు తెచ్చిన భూమివల్ల జరిగినది.

మొదటి ప్రణాళికా కాలంలో హెక్టార్లకింటికి 815 కిలోలున్న వరి దిగుబడి, మూడవ ప్రణాళికా అంతంవరకు 986 కిలోలకు మాత్రమే పెరిగింది. ఇదే విధంగా గోధుమ దిగుబడి, 787 కిలోల నుండి 893 కిలోల వరకున్నా; జొన్న దిగుబడి 434 కిలోల నుండి 493 కిలోలకున్ను, మొక్క

జొన్న దిగుబడి 744 కిలోల నుండి 988 కిలోలకు మాత్రమే పెరిగింది.

అంటే మూడవ ప్రణాళికాంతం వరకు చెప్పుకోదగ్గ అభివృద్ధి జరగలేదు.

ఇట్టి వ్యవసాయ ఉత్పత్తి మాంద్యానికిగల కారణాలను పోర్టు ఫౌండేషను నిపుణులు 1959 లో పరిశీలించి అధిక ఆహార ఉత్పత్తి సాధనకు కొన్ని సూచనలు చేసారు. వీరి వివేదిక మూలంగా జిల్లా సాంద్ర వ్యవసాయ కార్యక్రమము ప్లానేటి పథకం అనే పేరుతో హెచ్చు నీటి పారుదలను కొన్ని జిల్లాలలో ప్రారంభించడం జరిగింది. ఆధునిక వ్యవసాయ పద్ధతుల ననుసరించి అనుగుణ ప్రదర్శనల ద్వారా అధిక ఆహార ఉత్పత్తిని సాధించడము దీని ముఖ్యోద్దేశము. ఇంతేకాక దేశం మొత్తం మీద 3 కోట్ల హెక్టార్లు సాగుకుగాను 1964-65 లో సాంద్ర వ్యవసాయ కార్యక్రమము ప్రారంభించి ఈ కిరిక అధిక ఆహారోత్పత్తికి దోహదం జరిగింది.

ఈ కార్యక్రమ నిర్వహణలో, రైతులకు, అవసరమైన సరికొత్త విజ్ఞానంతో బాటు మేలు రకపు విత్తనాలు, ఎరువులు, క్రిమిసంహారక మందులు, ఆధునిక వ్యవసాయ పనిముట్లు మొదలయిన వానిని అవసర పూర్తిగా అందచేయుట జరిగినది.

1961 లో మొట్టమొదటగా మొక్కజొన్నలో 'గంగా', "గంగా101", "దక్కను", మరియు "రంజిత్" అనే నాలుగు సంకరజాతి వంగడాలు విడుదల చేయబడ్డాయి. 1964 లో జొన్నలో మొదటి సంకరజాతి విత్తనము సి.యస్.హెచ్. 1 వెలువడెను. తరువాత సి.యస్.హెచ్. 2; సి.యస్. హెచ్. 3; సి.యస్. హెచ్. 4; సి యస్ హెచ్. 5; మరియు స్వర్ణ, విడుదలయెను. 1965లో ప్రథమముగా సజ్జలో సంకరజాతి విత్తనము వెలువడెను. ఇంతవరకు 5 సంకరజాతి విత్తనాలు విడు

దలయినవి. ఆవి : హెచ్.బి. 1; హెచ్ బి. 2; హెచ్.బి. 3; హెచ్.బి. 4; హెచ్.బి. 5. ఇవి రసాయన ఎరువులను అధిక మోతాదుల్లో సమర్థవంతంగా వాడుకొనును. ఇదే విధంగా శక్తిగలిగివుండి అధిక దిగుబడినిచ్చు సుగుణములుగల గోధుమ రకాలు - సోనారా 68; తెర్మరేజో; షరణతి; యు.పి 201; హిరా, మొదలగు వంగడాలు నిపుణులవల్ల కనుగొనబడి ఉత్పత్తిలో విప్లవాత్మక మార్పులు తెచ్చాయి. ఈ రకాల విత్తనాలను వాడుటకై 1965లో కేంద్ర ప్రభుత్వము రాష్ట్ర ప్రభుత్వములు కలసి దేశమంతటా అధిక రాలుబడి వంగడాం కార్యక్రమమును ప్రారంభించిరి. వివిధ అభివృద్ధి కార్యక్రమములవల్ల 1970-71లో ఒకకోటి ఎసిమిది లక్షల టన్నులు ఆహారధాన్యముల ఉత్పత్తి సాధింపబడినది. వరిలో విడుదలైన అధిదిగుబడి వంగడముల వలన వరి ఉత్పత్తిలో మరింత ప్రగతి సాధింప వీలైంది. ఐ. ఆర్. 8; జయ; పద్మ; పంకజ్; జగన్నాధ్; సుబర్మతి; ఎ.డి.బి. 27-అధిక దిగుబడి వరి వంగడములలో ముఖ్యమైనవి. వీటిలో కొన్ని పెక్టార్డుకు 6 టన్నుల దిగుబడి ఇవ్వగల శక్తి కలిగి ఉన్నాయి.

ఆహారేతర పంటలయిన ప్రత్తి, జనుము, చెఱకు, చమురు ధాన్యములు మొదలగు పంటలలో వివిధమైన అభివృద్ధులు తెబడినవి. ప్రత్తిలో యం.సి. యు. 6, మరియు సంకరజాతి హెచ్. 4 చాలా ప్రధానమైనవి. మొట్టమొదటగా ప్రపంచములో సంకరజాతి ప్రత్తి విత్తనము విడుదల చేసినది భారతదేశమే.

మూడు లేక నాలుగు పంటలు పండించే పలు పంటల పరిశోధన కార్యక్రమాన్ని 1968 నుండి భారతదేశ వ్యవసాయ పరిశోధన సంస్థ ఆధ్వర్యంలో ప్రారంభింపబడింది. దీనివల్ల ఒక ప్రదర్శనములో సంవత్సరమునకు పెక్టార్డులో 15 టన్నుల ఆహారము వరకు పండించడం జరిగింది.

నాల్గవ ప్రణాళికా కాలములో ఈ కార్యక్రమమును 5 ట్టులలో ఒక మిలియను హెక్టారులకు విస్తరించడం జరిగినది. ఇది ఇట్లుండగా, మన దేశములో ఆహార ఉత్పత్తిలో 42 శాతము వర్షాధారపు ప్రాంతములలోనే పండించబడుచున్నది. ఈ ప్రాంతాల్లో తక్కువ వర్షమేకాక వర్షపాతం క్రమబద్ధంగా ఉండదు. 1970 లో మెట్ట వంటల అభివృద్ధికొరకు ప్రత్యేకముగా ఆఖిం భారత సమన్వయ పంశోఁసన కార్యక్రమము ప్రారంభించిరి.

అధిక దిగుబడి వంగడములేకాక సంకరజాతి విత్తనముల ఉత్పత్తి సరఫరాలతో బాటు వ్యవసాయ సాధనములను లభ్యముచేయడం, నిర్విఉంచడం, సౌకర్యముల హెచ్చు చేయడం, రవాణా విశ్రయ సౌకర్యాలు మొదలయినవెన్నో వ్యవసాయ ఉత్పత్తికి ముఖ్యములు. 1966-67 లో క్రొత్తగా అధిక ఆహార ఉత్పత్తికి తలపెట్టిన నూతన ప్రణాళికలవల్ల రైతులకు కావలసిన వ్యవసాయోత్పత్తి అవసరాలన్నీ సమకూర్చ వీలయినది. నాల్గవ ప్రణాళిక కాలములో ప్రభుత్వ రంగములో చిన్న నీటి వనరుల పథకములకు 5210 మిలియను రూపాయలు కేటాయింబబడ్డాయి. 1968లో అగ్రికల్చరల్ రిఫైనాన్స్ కార్పొరేషను ద్వారా మధ్య కాలిక, దీర్ఘ కాలిక, ఋణాలు వ్యవసాయాభివృద్ధికి అమర్చబడ్డాయి. అంతేగాక హిమాచల్ ప్రదేశ్, నాగా

లాండు, మరియు మేఘాలయాలలో తప్ప అన్ని రాష్ట్రములలోను రైతులకు యంత్రసామాగ్రి సరఫరాకు, వ్యవసాయ అభివృద్ధి కోసము యంత్రములను అద్దెకిచ్చుటకు అగ్రి ఇండస్ట్రీసు కార్పొరేషను ఏర్పడెను.

వ్యవసాయదారులకు లాభముగా మార్కెట్టును కట్టుదిట్టము చేయుటకు, వ్యవసాయ ధరలను తెలియజేయుట, వ్యవసాయ పదార్థముల విపణులో సహాయపడుటకు డైరెక్టరు ఆఫ్ మార్కెటింగ్ పదవి ఏర్పడెను. భూమి తనఖాబ్యాంకులు, కేంద్ర సహకార బ్యాంకులు, అగ్రి ఇండస్ట్రీసు కార్పొరేషను, రిఫైనాన్సు కార్పొరేషనులు - అనువానివల్ల వ్యవసాయ అభివృద్ధికి కావలసిన ఋణ సౌకర్యాలు మరింత విస్తరించాయి.

వ్యవసాయదారులు, మరియు వ్యవసాయ బోధక, పరిశోధన, విస్తరణ శాస్త్రజ్ఞుల దృఢతర కృషివల్ల దేశము స్వయంసమృద్ధి సాధింపకలిగినది. ఇది మరొక వ్యవసాయ విప్లవానికి నాంది. అయితే, ఈ విషయమునకు అత్యంత ప్రాధాన్యమిచ్చి తగిన యంత్రాంగమును సంసిద్ధముచేసి మెట్ట ప్రాంతమున కూడా విప్లవ విస్తరణకు దృఢ తరపు పునాది వేయవలసి యున్నది.

అచార్య ఎన్. విఠల్ రావు.

## 165. వ్యవసాయ విద్యా విస్తరణ

మానవుడు విజ్ఞానాన్ని పెంపొందించుకొని, ఆచరణలో వుంచడానికి, జీవితంలో భాగస్వామిగా వుండి, వ్యవసాయ ఉత్పత్తిని అధికము చేయడానికి వ్యవసాయ విస్తరణ విద్య చాలా ప్రధానమైనది.

పరిశ్రమ లన్నింటిలోను వ్యవసాయము, ప్రధానమైనది. మరియు పురాతనమైనది. ఇప్పుడిప్పుడే దేశ వ్యవహారములలో వ్యవసాయ విద్య ఒక రూపాన్ని పొందుచున్నది. మొట్టమొదటి వ్యవ

సాయ విద్యా బోధన పాఠశాల ఆమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రంలో 1821 సంవత్సరములో స్థాపించబడ్డది. 1857 లో “మిచిగాన్” రాష్ట్రములో మిచిగాన్ వ్యవసాయ కళాశాల స్థాపించబడినది. ప్రస్తుతము ఇది “మిచిగాన్ విశ్వవిద్యాలయముగా” పనిచేయుచున్నది. 2-8-1362 లో “మెరిత్ చట్టము”ను ప్రెసిడెంటు అబ్రహం లింకను ఆమోదించిన తరువాత, విజ్ఞాన శాస్త్రములో, వ్యవసాయ రంగములో, పరిశ్రమల రంగములో, ఉన్నత విద్యలో, శిక్షణ పొందడానికి ఎక్కువ అవకాశములు ఏర్పడినవి. ఈ చట్టము ననుసరించే దేశము మొత్తము మీద 69 రాష్ట్రీయ కళాశాలలు, మరియు ల్యాండు గ్రాంటు విశ్వవిద్యాలయాలు ఆమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములలో ప్రారంభమయ్యెను. ఇవి ప్రత్యేకముగా శాస్త్రీయ వ్యవసాయ విజ్ఞానాన్ని బోధించడానికి, పరిశోధన జరపటానికి, విస్తరణ కార్యక్రమాలు నిర్వహించడానికి ఏర్పడినటువంటివి. 1917 లో “స్మిత్ హుజెస్” చట్టమునకు ప్రెసిడెంటు ఉడ్రో విల్సన్ ఆమోదముద్ర లభించిన తరువాత, గ్రామసీమలలోని విద్యార్థులకు పాఠశాల బోధన వివరించి వయస్కులకు, పెద్దలకు వృత్తి విజ్ఞానముతోబాటు వ్యవసాయ విజ్ఞానాన్ని బోధించుటకు సెకండరీ పాఠశాలలు స్థాపింపబడెను.

మన దేశములో వ్యవసాయబోధన శిక్షణా అవశ్యకతను 1870 లోనే గ్రహించి వ్యవసాయ శాస్త్రమును, పశుపోషణ విజ్ఞానమును, బోధించుటకు కొన్ని కేంద్రములు స్థాపింపబడెను.

రైతులకు వ్యవసాయ విజ్ఞానమును తెలియజేయుటకు, వారి నైపుణ్యమును హెచ్చు చేయుటకు, పలువిధములైన వృత్తి విజ్ఞాన పాఠశాలలు స్థాపింపబడినప్పటికీ మహారాష్ట్రములోని మంజ్రీ పాఠశాలలు, రైతు యువజనులకు వ్యవసాయ వృత్తి విజ్ఞానమున రెండు సంవత్సరములు తరిపేడు ఇచ్చి

జయప్రదముగా నడుపబడుచున్నవి.

ఇప్పటికీ పెక్కు ఉన్నత పాఠశాలలలో వ్యవసాయ విజ్ఞానమును ఐచ్చిక పాఠ్యభాగముగా గాని, వృత్తి పాఠ్యభాగముగా గాని వివిధ పాఠ్యభాగముగా గాని, బోధించుచున్నారు. బహుశార్థక పాఠశాలలలో వ్యవసాయ విద్య ప్రత్యేకపాఠ్యభాగముగా యున్నది. ఇప్పటిప్పుడు కృషి విజ్ఞాన కేంద్రములలో వ్యవసాయ పశుపోషణ శాస్త్రములలో నైపుణ్యము పెంపొందించుటకు శిక్షణ ఇవ్వడమేకాక పంటల ఉత్పత్తి విషయమున, పశుపోషణలో, ఉద్యాన కృషియందు, వ్యవసాయ యంత్రముల విషయమున, సస్యరక్షణ మొదలగు విషయములలో ప్రత్యేక తరిఫీదు ఇవ్వబడుచున్నది.

నాల్గవ పంచవర్ష ప్రణాళికా కాలవ్యవధిలో రైతులకు, స్త్రీలకు అధిక దిగుబడి వంగడముల ప్రాధాన్యమును తెలుపుటకు, ఆధునిక వ్యవసాయ విజ్ఞానమును తెలియజేయుటకు, 160 రైతు శిక్షణ శిబిరములు ప్రారంభింపబడెను. వీటి మూలముగా ఒకే కేంద్రమునగాని, విజ్ఞాన పర్యటన ద్వారాగాని, విజ్ఞానాన్ని, పెంపొందించి తంఫీదు పొందుటకు అవకాశములు హెచ్చు చేయబడెను.

1878 లో మద్రాసు దగ్గర సైదాపేటలో ప్రస్తుతపు కోయంబత్తూరు కళాశాల మరియు పరిశోధనా కేంద్రము, 1878 లో నాగపూర్ లో, 1905 పూణేలో, 1906న కాన్పూరులో, 1910వ సంవత్సరమున అలహాబాదులో, వ్యవసాయ కళాశాలలు స్థాపింపబడెను. 1948 లో ఆంధ్రప్రదేశ్ రాష్ట్రమున బాపట్లలోను, హైదరాబాదునను వ్యవసాయ కళాశాలలు స్థాపింపబడెను.

1948 సంవత్సరమున డా॥ సర్వేపల్లి రాధాకృష్ణన్ విశ్వవిద్యాలయ విద్యాబోధన కమిషన్ (University Educational Commission), ఆమెరికాలోని ల్యాండు గ్రాంటు యూనివర్సిటీ

పద్ధతిలో మన దేశములో గ్రామీణ విశ్వవిద్యాలయాలను స్థాపించవలెనని సిఫారసు చేసిరి. ఈ సూచనను అనుసరించి 1961 నుండి ఇప్పటివరకు 24 విశ్వవిద్యాలయములు స్థాపింపబడినవి. వీటిలో 1960 లో ఉత్తర ప్రదేశ్ రాష్ట్రమున పంత్ నగరము నందు స్థాపింపబడిన విశ్వవిద్యాలయము మొట్ట మొదటిది. ఈ వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయముల ముఖ్య ఉద్దేశము వ్యవసాయ పశు సంవర్ధన, గృహ విజ్ఞాన రంగములలో విజ్ఞానమును అభివృద్ధిపరచి ప్రజలకు ఉపయోగకరముగా చేయుట, ఇదిగాక ఈ సరిక్రొత్త విజ్ఞానానికి మూలాధారమైన శాస్త్రములలో కూడా తగు పరిశోధనలను చేపట్టి అట్టి విజ్ఞానాన్ని రైతులకు అందజేయుట.

ఆంధ్ర ప్రదేశ్ వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయము మే 4, 1964 న అమలులోనికి వచ్చినది. ఆంధ్రప్రదేశ్ లో వున్న అన్ని వ్యవసాయ పశు వైద్య గృహవిజ్ఞాన కళాశాలలు ఆ తేదీ నుండి ఈ విశ్వవిద్యాలయ ఆధ్వర్యమునకు తరలింపబడెను.

ఈ విశ్వవిద్యాలయములో మూడు వ్యవసాయ కళాశాలలు-రాజేంద్రనగరు బాపట్ల, తిరుపతులలోనివి-రెండు పశువైద్య కళాశాలలు-రాజేంద్రనగరు, తిరుపతులలోనివి-ఒక గృహ విజ్ఞాన కళాశాల (పైదరా బాదులో) నిర్వహింపబడుచున్నవి. రాష్ట్రములోని వ్యవసాయ పశు సంవర్ధన పరిశోధన స్థానములన్నియు వ్యవసాయ విద్యాలయములన్నియు విశ్వవిద్యాలయ ఆధ్వర్యమున పనిచేయు చున్నవి.

వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయములోని విద్యా విధానంలో ఒక విశిష్ట లక్షణం వుంది. అది కోర్సు క్రెడిట్ పద్ధతి- మధ్య మధ్య ఎక్కడి కక్కడే విద్యార్థుల అవగాహనా శక్తిని తెలిపి తేటల్ని సమీక్షిస్తూ కోర్సు నిర్వహించుట. ఈ పద్ధతిలో ఒక ప్రత్యేకతకై వివిధ విషయాలలో పాఠ్యాంశాలు శిక్షణకు అవసరమైన భాగాలుగా

విభజించబడ్డాయి. వాటిని కోర్సులుగా పెట్టడం జరిగింది.

ప్రతి కోర్సుకు కొన్ని క్రెడిట్ (Credit) గంటల సమయాలంటే ఒక నిర్ణీత వ్యవధి కేటాయింపబడింది. ఈ క్రెడిట్ గంటలు (Credit hours) అనేవి ఒక వారంలో తరగతిలో ఎన్ని లెక్కెర్లు అవసరం, ప్రాక్టికల్ తరగతులు ఎన్ని అవసరం, అనేదాన్ని బట్టి నిర్ణయింపబడ్డాయి. అక్కడకక్కడే విద్యార్థి కృషి శిక్షణలపై చేసిన సమీక్ష ఈ రీతిగా సమగ్రమైంది. దీనివల్ల అధ్యాపకులకు విద్యార్థులతో అవినాభావ సంబంధం యేర్పడి, వారిని సుశిక్షితుల్ని చేయడానికి, వారిలో శాస్త్ర విషయాలను అమోఘంగా నేర్చుకోవాలని, తమ ప్రతిభా విశేషాలను ప్రదర్శించాలని ఉత్సుకతను కలిగించడానికి గూడా వీలౌతుంది. మరొక ప్రత్యేక లక్షణ మేమిటంటే ప్రతి విద్యార్థి ఒక అధ్యాపకుని ప్రత్యేక పర్యవేక్షణలో ఉండటం; విద్యార్థి విద్యా వ్యాసాంగ విషయములను తీర్చిదిద్దే బాధ్యత అధ్యాపకుడు స్వీకరిస్తాడు.

**విస్తరణ సిద్ధాంతములు :**

1. స్థానిక పరిస్థితులకు అనుగుణముగా నుండుట.

2. ప్రజల శ్రేయస్సును అభివృద్ధి పరచుట, ప్రజలను కార్యోన్ముఖులుగా చేయుట, స్థానిక వ్యక్తుల సహకారముతో కార్యక్రమము అభివృద్ధి పరచుట.

3. ప్రజాభిరుచులకు అనుగుణంగా ప్రజాస్వామ్య పద్ధతులలో కార్యక్రమములు కొనసాగించుట, ప్రజల అవసరమును బట్టి కార్యక్రమము మార్పు చేయుట.

4. స్థానిక, స్వచ్ఛంద సంస్థల సహాయమేకాక ప్రభుత్వ సాంకేతిక నిపుణుల సహాయమును అర్జించుట.

5. విస్తరణ. ప్రజల మూల సాంప్రదాయముల విలవలపై ఆధారపడి, ప్రతి కుటుంబ సభ్యుడు, వర్గములు ముఖ్యపాత్ర వహించుటయందు ప్రోత్సాహించుట మొదలైనవి విస్తరణ విద్యా సిద్ధాంతములు.

గ్రామీణ ప్రజలలోను, రైతులలోను చైతన్యాన్ని కలుగజేసి, ఉత్సాహ పూరితంగా నవీన వ్యవసాయ పద్ధతులను అవలంబింపజేసి, తద్వారా దేశ వ్యవ

సాయ ఉత్పత్తిని పెంచి దేశసౌభాగ్యానికి తోడ్పడగలిగే సమాచారము వారికి తెలిసే విధంగాను అమలుపరచే విధానంగాను తెలియజేసి దేశపురోభివృద్ధికి తోడ్పడుటకు విస్తరణ విద్యా కార్యక్రమములు ఎంతైనా అవసరము. నవీన విద్యా విధానానికి వ్యవసాయ విశ్వ విద్యా యాలు రూపకల్పనజేసి అమలు జరుపుటలో ఎంతో కృషి కొనసాగిస్తున్నాయి.

అచార్య భాస్కరం.

## 166. పంటల ఉత్పత్తి

ఏ కాలములోనైనా రైతులు తమ కృషికి సంబంధించిన పలుకార్యక్రమములలో క్రొత్త విషయములను గురించి తెలుసుకొన వలసిన అవశ్యకత ఎంతయినా యున్నది. అందులో క్రొత్తగా లభించు విత్తనములు, వానికి సరిపడు వ్యవసాయ వాతావరణ పరిస్థితులు, భూసార సమస్యలు, నీటి పద్ధతులు, పైరులను నష్టపరచు క్రిమి కీటకాలు, కలుపుమొక్క నివారణ మొదలగు వాటిని గురించి తెలుసుకొను అవశ్యకత ఎంతైనా యున్నది. ఈ పరిజ్ఞానముతో బాటు తగు అనుభవము కూడా సమన్వయపరచి లాభనష్టముల వివక్షణ చేసినపుడు మాత్రమే కృషికి తగిన ఫలములభించు అవకాశము కలుగును.

మొక్కలు మొలచి పంటనిచ్చు వరకు వాతావరణ ప్రభావమునకు లోనగును. ఇందువలన ఉష్ణోగ్రత, సూర్యరశ్మి, గాలిలోని తేమ, బొగ్గు పులుసు వాయువు, ప్రాణవాయువు మొదలగునవి అన్నియు, మొక్క పెరుగుదలకు తోడ్పడును. కావున పైరుకు అనువగు వాతావరణ పరిస్థితుల

గురించి తెలుసుకొనుట ఎంతయో ముఖ్యము ఉదాహరణకు మొక్కజొన్న జనవరి తరువాత వేచుడం వల్ల పైరు బాగానే పెరుగును. కాని గింజరి దిగుబడి తగ్గను. అదే రీతిగా గోధుమ పంటను నవంబరు కన్న ముందుగను లేక తరువాతను వేసినందువల్ల దిగుబడి తగ్గను. చలి ఎక్కువగా నున్న కాలములో పరిపంట పెరుగుదల తక్కువగా యుండి పంటకాలము పెరుగును. ప్రత్తి పంటకు పెరుగుదలతో పాటు వాతావరణములో మార్పులు అవసరము. మారుతున్న వాతావరణము ఆ మొక్కల అవసరమునకు తగినదిగా వుండునట్లుగా చూచుకొని పంట విత్తు కాలములను నిర్ణయించు కొనవలెను.

రైతులకు పలువిధములగు పంటలు పండించుటకు అవకాశము పరిశోధనా కృషి ఫలితముగా యున్నప్పుడు, ఆయా పంటలకు కావలసిన పరిశ్రమ, పెట్టుబడి, నీటి సదుపాయము, ఎరువుల పరిమాణము, సంస్కరణకు సంబంధించిన సులభమైనవి, పంట కాలపరిమితి మొదలగు విషయములలో కొంత భేదముండును. ఒకే భూమిలో ఏదేటా

ఒకే పంట పండించిన, పంటదిగుబడి తగ్గు అవకాశము గలదు. కావున పంట మార్పిడి అవలంబించుట అవసరము. కాయధాన్యాల పంటలు వేసిన భూసారము వృద్ధియగును. ఈ కాయ ధాన్యాలు ఏవన : పెసరి, బొబ్బర, కంది, ఆనుములు, ఉలవలు మొదలగునవి. కాయధాన్యాల మొక్కలను పెరికి వాటి వేర్లను పరిశీలించిన, వాటిపై నల్లని రంగులో చిన్న చిన్న కణుతులు కనబడును. వీటిలోని సూక్ష్మక్రిములు వాతావరణముందలి నత్రజనిని భూమిలో చేర్చి, ఈ పంట తరువాత పండింపబడు పంటల దిగుబడి హెచ్చుగా నిచ్చుటకు నేలకు బలము చేకూర్చును. ఈ కారణమువల్ల పచ్చి ఎరువుల రూపముగా జనుము మొదలగు పంటలను పెంచి పూతనమయమందు భూమిలోనికి దున్నుటవలన చాలావరకు భూసారము హెచ్చు అగును. పండింపదలచిన పైరులను నిర్ణయించిన తరువాత నాణ్యమగు వంగడముల గురించి తెలుసుకొనడము అవసరము. ప్రస్తుతము అన్ని పంటలలోను అధిక దిగుబడినిచ్చు వంగడములు ప్రవేశపెట్టబడినవి. వీటిలో కొన్ని మాత్రమే సంకర జాతికి చెందినవి. సంకరజాతికి చెందిన విత్తనములను ప్రతిసారి క్రొత్తగా తయారు చేసుకొనవలసిన అవశ్యకత కలదు. సామాన్య వంగడముల నుండి రైతులు తమకు కావలసిన విత్తనమును గత పంటనుండి తీసుకొనవచ్చును. ఈ విధముగా ఎన్నుకొన్న విత్తనము శుభ్రముగా వుండి, గింజలు లావుగా నుండి మొలకెత్తు శాతం ఎక్కువగా నుండవలెను. ఇండుకుగాను విత్తుటకు ముందే విత్తనములను పరీక్ష చేయించుకొనవలెను.

పంటలకు భూమి మూలాధారము. ఈ ఆధారముతో పాటు మొక్కకు పోషక భూమి నుండి లభించును. అందుచేత భూమి లోతుగానుండి నీరు పెట్టినప్పుడు బాగుగా ఇంకు నట్టిదిగా నుండవలెను. ఇంతేగాక మురుగు నీరు తీసివేయుటకు అనువుగా నుండి,

భూమిలోని నీటిమట్టము కనీసము రెండు మీటర్లు (8 అడుగుల) లోతులో నుండవలెను. భూమిలో ఎక్కువ ఇసుక పాళ్లు లేక తగిన జిగురు కలిగి యున్నచో పంట దిగుబడికి అనువుగా నుండును. భూమి మెట్ట పల్లములు ఎక్కువ లేకుండా సమానముచేసి వాలుకూడా ఎక్కువ లేకుండా చూచుకొనవలెను. ఒక శాతముకన్న ఎక్కువగా వాలు ఉన్నప్పుడు అడ్డముగా కాంటూరు బోదెలు వేసిన భూసారము వృథాగా కొట్టుకొని పోకుండా కాపాడవచ్చును. పంటలను నీటి పారుదలచే పండింపదలచినచో వాలు 0.3 నుండి 0.5 శాతము వరకు వుంచవలెను. భూసారముతో పాటు మిగతా విషయములలో కూడా భూమి అనువుగా నున్నప్పుడే పంట దిగుబడి బాగుండును.

మొక్కలకు అవసరపడే పోషక పదార్థములలో 17 ధాతువులు అతిముఖ్యమైనవి. వీటిలో 8 ధాతువులు - హైడ్రోజన్ (ఉద్భవని), కర్బనము, ప్రాణవాయువు (ఆప్టజని) - గాలి నుండి లభించును. ఇక మిగతా వాటిలో ఎక్కువ పరిమాణములలో ఆక్సజన్ పడునది 8 ధాతువులు : నత్రజని, భాస్వరము, పొటాషియము, సున్నము, గంధకము, మెగ్నీషియం. మిగతా 8 ధాతువులు - ఇనుము, బొరాను, తుత్తునాగము, మాంగనీసు, మాలిబ్డినము, రాగి, కొబ్బరి మరియు క్లోరిన్ - చాలా తక్కువ మోతాదులలో మొక్కలకు అవసరము. భూమి నుండి లభించు ధాతువులగు ఈ పదనాల్గింటిలో ఏ ఒక్కటి తక్కువగా లభ్యమయినను, దిగుబడి తగ్గును. ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు కూడా మొక్కలకు హాని కలుగును. భూమిలోని, ఆప్ట పరిమాణము యొక్క ప్రభావము భూసార లభ్యమై ఆధారపడి యుండును.

భూమిలో పలురకముల లవణములు లభించును. ఈ లవణములను భూమిలో అనాదిగా యున్న ధాతువులవల్లను లేక చేనుకు పెట్టు నీటివల్లను కూడా

అందించవచ్చును. నీటిలో సామాన్యముగావున్న లవణముల పరిమితి పెరిగినప్పుడు హానికరములగు పరిస్థితులు ఏర్పడును. అందులోను సోడియం ధాతువు కలిగిన లవణముల పరిమితి ఎక్కువగా యున్నప్పుడు మొక్కలకు హాని కలుగును. ఇందువల్లనే భూమితో బాటు నీటిని కూడా పరీక్ష చేయించుకొని వాడడము మంచిది. ఎక్కువ లవణములు చేరిన భూమితో చవుడు మొదలగునవి ఏర్పడి పంట దిగుబడి తగ్గిపోవును. అందుచేత భూసార పరీక్ష చేయించుకొన్న తరువాతనే ఎరువుల మోతాదును నిర్ణయించు కొనవలెను.

పంట పెరుగుదలకు గాను భూమిని చక్కగా దున్నవలెను. మంచి దుక్కివల్ల కలుపు మొక్కలు నిర్మూలింపబడును. దున్నడము పశువులచే గాని, ట్రాక్టర్లతోగాని చేయవచ్చును. అధికముగా దున్నడమువల్ల వ్యయము ఎక్కువ కావడమేకాక దిగుబడి కూడా తగ్గు సూచన కలదు. అదుకుగాను సరియగు పడునులో సరియగు పనిమట్లను వాడుతూ అవసరాన్ని మించి దున్నకుండా విత్తనములు మొలకెత్తునట్లు భూమిని తయారు చేయవలెను.

విత్తనము భూమితో తగినంత లోతులో వేయవలెను. కొన్ని పంటలకు - ఆనగా గోధుమ, రాగి, సజ్జ, కొర్ర మొదలగు వానికి - విత్తనములను కి నుండి 6 సెంటీ మీటర్లు లోతునకు మించకుండా వేయవలెను. విత్తనము పెద్దదిగాయున్న మరికొంత లోతువరకు విత్తవచ్చును. పంటల తీరునుబట్టి విత్తనము దాళులో వేయడం మంచిది. అందువల్ల అంతర కృషికి అవకాశము బాగుండును. పంటలు పండించడమువల్ల భూమి నుండి వివిధ ఆహార పదార్థములు వాడుకొనబడును. అందులో కొన్నింటి నిర్మాణ భూమితో అత్యధికముగా ఉండటమువల్ల, వాటి కొరత అంతగా ఏర్పడకపోవచ్చును. అయితే మరి కొన్నింటి కొరత చాలావరకు కనబడుచున్నది.

వాటిలో నత్రజని, భాస్వరము ముఖ్యమైనవి. ఎక్కువ దిగుబడులు తీయవలెనన్న కొరతగా నుండు ఆహారపదార్థములను భూమితో వేయడము అవసరము.

ఎరువులు :

సేంద్రియపు ఎరువులు, రసాయనిక ఎరువులని ఇవి రెండు విధములు. ప్రకృతి సిద్ధముగా లభించు ఎరువులను - పశువుల పెంట, పచ్చి రొట్టె, పచ్చి ఆకు, ఇంకా యితర జంతువుల నుండిగాని, మొక్కల నుండి వచ్చు ఎరువులను - సేంద్రియపు ఎరువు లందురు. వీటిలో ఏదోయొక పదార్థము ఎక్కువ పరిమితిలో నుండును. మరికొన్ని పదార్థములు నీటిలో ఇమిడి యుండును. అందువల్ల ఈ ఎరువులు అధికముగా వాడినపుడు భూసార సమస్యలు చాలావరకు తీరిపోవును. సేంద్రియపు ఎరువులతో బాటు రసాయనిక ఎరువులు వాడటము మంచిది.

సామాన్యముగా సేంద్రియపు ఎరువులు పూర్తిగా విత్తనము విత్తకమున పే వేయవలెను. భాస్వరము, పొటాసియము ఎరువులు కూడ మొదటిలోనే ఒకే పర్యాయము వేయడము మంచిది. నత్రజని కొంత భాగము మొదటిలో వేసి, మిగతా భాగము మొక్కలు పెరుగుతున్న పుడు అవసరమగు కాలములో వేయవలసి యుండును. ఈ పదార్థము భూమితో ఒకే పర్యాయము ఎక్కువగా వేసిన నష్టమగు సూచనలు గలవు. కావున నత్రజని ఎరువులను కొద్ది కొద్దిగా వేయుచు, మొక్కలకు పోషణ అందించుచుండవలెను. రసాయనిక ఎరువులను కూడా విత్తనముల కన్న కొంచము లోతుగా గాని ప్రక్కనుగాని నుండునట్లు అదుగు భాగమున వేసిన మంచిది. నత్రజని ఎరువును విచిత్రముగా మొక్కలపై చల్లవచ్చును. ఇందుకు యూరియా ఎరువును తగు మోతాదులో 1 నుండి 2 శాతములో నీటియందు కరిగించి చల్లవలెను.



మెట్ట పంటల్లో కూడా మొక్కల ఆహారపు కొరత ఎక్కువగా నున్నట్లు తేలివది. అయితే ఎరువులు తక్కువ మోతాదులో వాడుకొనవలెను. సేంద్రియపు ఎరువుల వాడకము శ్రేష్ఠము. రసాయనిక ఎరువులను వేయనప్పుడు విత్తనమును భూమిలో లోతుగా తేమగల పొరయందు వేయడము మంచిది.

పంటలకు నీటి అవసరము - వాతావరణము, పంటల తీరు, భూమి గుణము, మరియు సేద్యపు పద్ధతులు అనువానిపై ఆధారపడి యుండును. భూమిలోని తేమ తగ్గినకొలది పైరు పెరుగుదల తగ్గుచుండును. తేమ పరిమాణములో 50 శాతము తగ్గినపుడు, నీరు పెట్టడమో లేక వర్షధారమువల్ల తేమను పెంచడమో జరుపవలెను. వేసవి కాలములో పైరుకు నీటి ఎద్దడి సహజముగా చాలా వుండును. కనుక భూమిలోని నీరు అపరిగా సంతృప్తకుండా భూమిని-అక్కరకు రాని గడ్డి, ఆకులు లేక ఇతర దంట్లచే-కప్పివేసిన నీటి పొడుపు ఎక్కువగును.

**అంతర కృషి :**

పంటచేనులో అంతర కృషి అవసరము అంతర కృషివల్ల కలవు మొక్కలు తీసివేయబడటమే కాక పై భూమి వొడలు చేయబడి, భూమిలో తేమ పొడుపు చేయబడును. కలుపు మొక్కలను తీసి

వేయడము పంటదిగుబడికి చాలా ముఖ్యము. పంటలో మొదటి 30 నుండి 40 దినముల వరకు కలుపు లేకుండునట్లు చూచుకొనడము అతి ముఖ్యము. కలవు తీయని చేనులో దిగుబడి 50 శాతము వరకు తగ్గును.

పంట దిగుబడి అభివృద్ధి అగుటకు పై చర్చించిన వివిధ అంశములను పాటించవలెను. వీటివల్ల తగినన్ని మొక్కలు చేనులో వుండడమే కాకుండా ప్రతి ముక్కు బాగుగా పెరిగి ఎక్కువ గింజలను ఉత్పత్తి చేయును.

పంటలు సరియగు దశయందు పక్వమునకు రాగానే పంటకోత ప్రారంభించవలెను. దీనికొరకు వివిధ రకములైన పంటలలో వేరు వేరు విధానములు పాటించవలసి యుండును.

మన దేశములో పలుపంటలు పండించుటకు వాతావరణము అనుకూలముగా నున్నది. నీటి వనరులు సరిగా నున్నప్పుడు 3 లేక 4 పంటలు ఒకే చేనులో పండించుటకు వీలగుచున్నది కర్షకులు అధునిక వ్యవసాయములో యిమిడి యున్న సాధక బాధకాలను విపులముగా తెలుసుకొని, తమ అనుభవాలను చేర్చి కృషి చేసినప్పుడే దేశము సుఖిక్షము కాగలదు.

ఆచార్య ఏ. వెంకటాచారి.

## 167. తోట సాగు

వ్యవసాయము క్రొత్తగా నేర్చిన కాలంలో మానవులు కూడు గుడ్డలకు కావసిన ఎరి, చిరు దావ్యాలు, అపరాలూ, నూనె గింజలు, ప్రత్తి వంటి వైర్లను ఇంటికి దూరంగా వుండే చేలలో వేసినా, తమకు అత్యంత ప్రీయమైన. పండ్లచెట్లను, కూరగాయలను, పూల మొక్కలను ఇంటి ఆవరణలో పెంచుకొనేవారు. లాటిను భాషలో ఆవరణను "హార్బన్" అంటారు. కనుక ఆవరణలో జరిగే ఈ కృషిని హార్టికల్చర్ అన్నారు. ప్రస్తుతం ఈ పైరులు ఆవరణల అవధులు దాటి పెద్ద ఎత్తున సాగువుతున్నా, ఆ పేరు మాత్రం ఇంకా వాడుకలోనే వుంది. ఈ పైరులన్నీ ఆరామములో

జులో పెంచుకొనేవారు. లాటిను భాషలో ఆవరణను "హార్బన్" అంటారు. కనుక ఆవరణలో జరిగే ఈ కృషిని హార్టికల్చర్ అన్నారు. ప్రస్తుతం ఈ పైరులు ఆవరణల అవధులు దాటి పెద్ద ఎత్తున సాగువుతున్నా, ఆ పేరు మాత్రం ఇంకా వాడుకలోనే వుంది. ఈ పైరులన్నీ ఆరామములో

వుండేవి గనుక దీనిని ఆరామత్కృషి అన వచ్చును. తోట తెలుగులో తోటసాగు అంటే బాగుంటుంది.

పాశ్చాత్యులు మన దేశంలో వ్యవసాయ రంగంలో ప్రవేశించి, మెండుగా వానలు కురిసే కొండవాలు లలో, లోయలలో, అడవులను నరికి టీ, కాఫీ, రబ్బరు, సింకోనా మొదలయిన చెట్ల పైర్లను పెద్ద పెద్ద విస్తీర్ణాలలో పెంచసాగేరు. వీటిని ప్లాం టేషన్స్ అంటారు. మనం వీనికి బృహదారామములు అని గాని పెద్ద తోటలు అని గాని పేరు పెట్ట వచ్చు. కాలక్రమేణా ఈ పైరుల పెంపకము కూడా ఆరామ కృషిలో భాగమయింది. కొబ్బరి, పోక, అరటి కూడా ఈ తరగతిలో చేరుస్తున్నారు. విస్తృతంగా ఉన్నప్పుడు ఇవిగాక సంబారపు పైరులు, ఓషధులు, నీడచెట్లు, ఉద్యానవనములు మొదలయిన అనేక విధములయిన మొక్కల పెంప కాలన్నీ ఆరామ కృషిలోనే చేర్చారు.

ఈ విభాగంలో చేరే పైరుల వై విధ్యం అత్యంత ముఖ్యమైనది అరామ కృషిని గూర్చి తెలుసు కోవాలంటే దానిలోని ముఖ్యవిభాగాలను విడివిడిగా తెలుసుకోవడం సమంజసం.

**పండ్లు :**

తినడానికి పనికివచ్చే వృక్షభాగమును పండ్లు అంటాము. ఇవి కంటికి ఇంపుగాను, నోటికి రుచి గాను ఉండి శరీరానికి ఆత్యంతావశ్యకమున వైటమిన్ లను-A.C.K P లను-సున్నము, భాస్వ రం వంటి మూలకాలను సమకూరుస్తాయి. పండ్ల విలువ-సువాసన, రంగు, రుచి మొదలయిన-వ్యక్తి గత సున్నిత లక్షణాలపై ఆధారపడి వుంటుంది. ఒక పేరుతో అమ్మే సరుకంతా ఒకే రూపరస గంధాలు కలిగి వుంటేనే వ్యాపారం- ముఖ్యంగా విదేశీ వ్యాపారం-సాగుతుంది. విత్తునుండి పెంచిన బీజ సంతతియైన "మొలకలు" తల్లిని పోలవు. ఒక్క సమంగా వుండవు. కనుక పండ్లచెట్లను

అంటుగట్టి ప్రవర్ధనం చేస్తారు. శాఖా సంతతి అయిన అంటు ఒక్క రీతిగా ఉండటమేకాక త్వరగా కాపుస్తాయి.

పూర్తిగా ఎదిగిన తరువాత వుండే వ్యాప్తిని బట్టి చెట్లను దూర దూరంగా నాటుతారు. కనుక చిన్నవిగా వున్నప్పుడు వాటి నడుమనున్న నేల వృథాగా వుంటుంది. పైగా కాపు వచ్చేవరకు వాటి పోషణకు ఖర్చేగాని, వాటినుండి రాబడిరాదు. ఈ సమయంలో కొంతయినా రాబట్టుకోడానికి, పండ్ల చెట్ల మధ్య కూరగాయలను ఇతర పైరులను వేస్తారు. చెట్లు పెరిగినాక కూడా నీడను ఓర్చే అనాసవంటి పైర్లను వాటి నడుమ వేయవచ్చును.

అడ్డు తగలకపోతే చిరజీవులయిన చెట్లవేర్లు చాలా లోతుకు పోతాయి. కనుక రెండు మీటర్ల యైనా లోతుగా వుండే నేలలూ, ఏ కాలమయినా నీటి మట్టం రెండు మీటర్లకంటే పైకిరాని నేలలూ, పండ్లచెట్లను పెంచడానికి ఎంచుకుంటారు. ఋతు పైరుల వేర్లు వినియోగించజాలని లోతునగల తేమను, చెట్లు వినియోగించుకోగలవు. ఋతు పైరులు కొద్దికాలం మాత్రమే నీటిని వినియో గిస్తాయి. చెట్లు సంవత్సరము పొడవునా వినియో గిస్తాయి. వాన కొరతగల చోట్ల నీరుతోడే ఖర్చు విపరీతమయ్యేటంత లోతున నీరు ఉండేటప్పుడు, వర్షావారపు పండ్లచెట్ల పెంపకం సముచితం. చెట్లను నీరుకట్టి పెంచగోరితే కనీసం మీటరు లోతు వరకు నేల తడిసేటట్లు నీరు కట్టాలి. ఆహార మూలకాలను కూడా చెట్లలోతు నుండి సంపాదించ గలవు. కనుక నేం పైపొరలలో వాడిన ఎరువు లకు రసాయనిక ఎరువుల (Fertilisers) కు అవి వెంటనే ప్రతిఫలం చూపక పోవచ్చును. కాని ఎరు వులు వేయకుండా వాటినుండి మంచి పంటలు తీయ లేము. నిర్ణీత కాలంలో నిర్ణీత వయసుగల ఆకుల సంమటనమును పరికించి లోపస్థాయిలో నున్న మూలకములను మాత్రం చెట్టుకు వాడితే చాలును.

చెట్టు తమ తమ జాతి స్వభావాన్ని బట్టి లేత రెమ్మల మీదగాని, ముడిరిన రెమ్మల మీదగాని, పెద్దకొమ్మల మీదగాని, పూస్తాయి. వీటి పూత నైజాన్ని బట్టి తగు రీతిగా వాటిని కత్తిరించి పంటను క్రమపరచవచ్చును. ద్రాక్షవంటి పైరు లలో కత్తిరింపు చాలా ప్రధానాశము. మామిడి వంటి కొన్ని జాతులలో ఒక ఏడు పండి, మరుసటి ఏడు పంట ఎగబెట్టడం కద్దు. ఈ సమస్యకు పరిష్కారం వెదకడంలో చెట్ల పూతకు సంబంధించిన అనేక దేహ ధర్మాల రహస్యాలు వెల్లడి అయినవి.

గత 40 ఏండ్లగా హార్మోనులనబడే వృద్ధి పదార్థం వినియోగం విరివిగా వున్నది. చెట్లలో సహజంగా ఆగ్నినులు, జబ్బురెల్లనులు, క్రైసినులు మొదలయిన వృద్ధి సంచోదకములూ, ఆబ్సిసిక్ ఆసిడ్, ఎథీలీను వంటి వృద్ధి నిరోధకములు (Growth Aneestus) వున్నాయి. ఇవిగాక వీటివలెనే పనిచేసే సంశ్లిష్ట పదార్థాలు కూడా కొల్లలుగా వున్నాయి. వీటివలన ఖండములు వేరు తొడగడం, చెట్లు చిగురించడం, ఎడగడం, పూత తొడగడం, పిందెకట్టడం, కాయ పెరగడం, గింజల నిరోధం, కాయ పండడం, రాలి పడటం మొదలయిన జీవకర్మలన్నింటిని నియమించడం నేడు సాధ్యమవుతున్నది.

పండ్లు మాగడం, చెడటం మొదలయిన క్రియలను గూర్చిన విజ్ఞానం వలన వాటిని చలినిలువ, వాయునిలువ, కిరణనిలువ చేయు అవకాశం లభించినది. అందువలన అపిలు వంటి చలిదేశపు పండ్లు మనకున్న, మామిడి, ఆరటివంటి మన పండ్లు చలి దేశాల వారికిన్ని అందుతున్నాయి.

విపణి చేపట్టజాలని పంటను ధరతగ్గించి అమ్మనక్కర లేకుండా వాటిని రసములు, లేహ్యములు మొదలయిన పదార్థాలుగా మార్చి నిలువ చేయడం వలన ఉత్పత్తిదారులకు నిలకడగల ఆదాయా

న్నిచ్చి వినియోగదారుల అభిరుచులను తృప్తిపరచవీలగుచున్నది.

**కూరగాయలు :**

సాధారణంగా వండితినే చెట్టుయొక్క పచ్చి భాగాలను కూరలు అంటాము. తిండిని రుచికరం చేయడానికి ఎ.బి.సి.ఇ విటమినులను, ఇనుము, సున్నము, భాస్వరము వంటి ధాతువులను సమ కూర్చడానికి, ఆహారం జీర్ణమయి, కాలవిదులు సక్రమంగా జరగడానికి కూరగాయలు అవసరం. ప్రతి మనిషి రోజుకు సుమారు 900 గ్రాముల కూరగాయలు తినాలనీ, అందులో 100 గ్రాముల దాకా ఆకుకూరలుండాలని వైద్యులు చెబుతున్నాడు. ఈ లెక్కప్రకారం సాగుకావలసిన విస్తీర్ణంలో మూడవ వంతయినా నేడు సాగుకావడం లేదు.

మునగ, కరివేప, దొండ వంటి చిరజీవులయినవి తప్పిస్తే, మిగిలిన కూరగాయలన్ని ఋతు పైరులే. ఇందులో కొన్ని వంగవలె ముక్కాడు పైరులున్నాయి. కొన్ని విదేశీ కూరలు - క్యాబేజీ, కాలీఫ్లవరు వంటివి - చలికాలంలో మాత్రం పైరయ్యేవి వున్నాయి. వంగ, టమాటో, బెండవలె కాయగా ఉపయోగపడే కాయగూరలున్నాయి. తోట కూర, క్యాబేజీల వంటి ఆకుకూరలున్నాయి. ఉర్ల గడ్డ (ఆలు), గెనుసు, చేమ, కంద వంటి దుప కూరలు ఉన్నాయి. గుమ్మడి, సొర, దొండ, బీర, చిక్కుడు వంటి తీగజాతులున్నాయి. ముందు నీరు పోసి నాటవలసిన వంగ, టమాటో, క్యాబేజీవంటి కూరలున్నాయి. నేరుగా విత్తనాలు వేసే బెండ చిక్కుడు, గోరుచిక్కుడు వంటి పైరులున్నాయి. కాడలు నాటవలసిన గెనుసు, దుపలు నాటవలసిన చేమ, కంద మొదలయిన పైరులున్నాయి.

కూరగాయలను నగరాలకు దగ్గరగా తోటలలో పెంచుతారు. కాని ఇంటి పెరళ్ళలో చిన్న బోటులో కూడా వేసేది ముఖ్యంగా కూరగాయలే గనక బెల్లాపాకంగా కూరగాయలను పెంచేవారి సంఖ్య

విస్తారము. వారికి ముఖ్యంగా నిరుత్సాహం కలిగించే విషయం ఏమిటంటే, వేసిన మొక్కలన్ని ఒకేసారి కానీ ఒకసారి కాపు చాలించడం. కనుక ఏడాది పొడుగునా ప్రతిరోజు కావలసిన కూరగాయలు లభించేటట్లుగా కాలపథకాన్ని వేసుకోవడం పెరటి తోటల పెంపకంలో ముఖ్యమయిన పని. దీనికి అనుసరించాల్సిన ముఖ్య పద్ధతులు ఏవన-

1. పైరుల క్రమాన్ని పాటిస్తూ ముక్కారులా పంటలు తీయడం. ఇందుకు ఏ పైరు ఏ ఋతువు లో పైరవుతుందో తెలిసివుండాలి. పైరుల క్రమాన్ని నిర్ణయించేటప్పుడు సాధారణంగా వృక్ష శాస్త్ర ప్రకారం ఒకే కుటుంబానికి చెందిన పైరులు ఒకదాని వెనుక ఒకటి రారాదు. లోతు వేరుల పైరు తరువాత పైపై వేరుల పైరువేయాలి; లేదా అటుదిటుగా వేయవచ్చును. ఆహారం ఎక్కువ పాడుకునే పైరు తరువాత ఆహారము తేలికగా తీసుకునే పైరును వేయాలి.

2. పైరుల నడుమ తోడుపైరులను వేయడం, దీర్ఘకాలపు పైరుల వరుసల నడుమ స్వల్పకాలిక పైరులనూ, విస్తరించే పైర్లనడుమ విస్తరించని ఉల్లివంటి పైర్లను, లోతువేరు పైరుల నడుమ పైపై వేరుల పైరులనూ వేయడం వలన నేల పరిపూర్ణంగా వినియోగపడి, అదే విస్తీర్ణంలో మరింత పంట వస్తుంది. కూరల లబ్ధికాలం విస్తృత మవుతుంది.

3. ఒకపైరు వేయదలచిన విస్తీర్ణమంతా ఒకే రోజున నాటక, పశునికొక నాల్గవ వంతు మడిలో నాటడం వల్ల కోతకాలం విస్తృత మవుతుంది.

4. ఎక్కువగా పాడుకునే వంగ, టమాటో, వంటి పైరుల క్రింద హెచ్చు విస్తీర్ణాన్ని, తక్కువగా ఉపయోగించే బొదినా, కొత్తిమీరా వంటి పైరుల క్రింద కొద్ది విస్తీర్ణమును వుండాలి.

ఒక సంవత్సరం అనుసరించవలసిన నాటు క్రమాన్ని ఒక పథకంగా ముందుగానే తయారు

చేసి ఉంచుకుంటే, సమయానికి కావలసిన విత్తనాలు ఎరువులు, రసాయనిక ఎరువులు మొదలయిన వాటిని సిద్ధంగా ఉంచుకో గలుగుతారు.

రసాయనిక ఎరువులను తగు ప్రమాణాలలో అట్టేగాని, నీటిలో కరిగించిగాని వేయవచ్చును. నేల తీరునుబట్టి ఒక్క తడవగా కానీ, చీల్చి వాయిదాలుగా కానీ వేయవలెను. నిర్విరామంగా ఏడాది పొడుగునా పైరులు పెంచి పెద్ద మొత్తాలలో ఎరువులు వేస్తారు గనుక రసాయనిక ఎరువులు నేలలో మితిమీరి నిలిచిపోయినాయే మోనని అప్పుడప్పుడు నేలను పరిశీలించి చూసుకోవాలి. నన్యరక్షణను ఏమరకుండా చేస్తూవుండాలి. ఏ పైరుపైన ఏ కీటకహారి (Pesticide) వేయకూడదో తెలుసుకోవాలి. నిత్యము ముదరకుండా కాయలు కొయ్యాలి. కూరగాయల సేద్యం మున్నూట అరవయ్యయిదు రోజులూ 24 గంటలూ పని కల్పిస్తుంది.

**పెద్ద తోటలు :**

ఇందు ముఖ్యమయినవి టీ, కాఫీ తోటలు. ఇటీవలి వరకూ ప్రపంచ విపణిలో టీ ఎగుమతులలో మన దేశందే పైచెయ్యి. ప్రస్తుతం శ్రీలంకతో పోటీ ఏర్పడింది. కాఫీతోటలు ప్రధానంగా కర్ణాటక తేరళ, తమిళనాడు రాష్ట్రాలలో ఉన్నవి. ఇటీవలే మన రాష్ట్రంలో కాఫీ విస్తరిస్తున్నది. కోకో విస్తీర్ణం ప్రస్తుతం చెప్పకోదగ్గంత లేకపోయినా, తగు మాత్రం వర్షంగల మైదాన ప్రాంతాలలో దీనిని పెంచవచ్చునని ఋజువయినందున, దీని సాగు విస్తరించ వచ్చును.

ఈ పెద్ద తోటలు 120 నుండి 1200 హెక్టారుల విస్తీర్ణం గల ఎస్టేటులుగా ఉన్నవి. ఈ తోటల నుండి వచ్చే సరుకును అక్కడనే ఫ్యాక్టరీలలోనే క్యూరి గు చేయవలసి ఉండడ వల్ల కనీసం 200 హెక్టారులయినా లేని ఎస్టేటులు లాభదాయకములు కావు. ఒక ఎస్టేటును స్థాపించాలంటే మూలధనం,

కావలెను. 300 నుండి 400 హెక్టారుల విస్తీర్ణంగల సగటు ఎస్టేటున సుమారు 1,000 మంది వరకు శాశ్వత పనివారు కావలెను. వీరికి ఇళ్లు, బళ్లు, ఆస్పత్రులు మొదలయిన వసతులు కావాలి. అడవిని కొట్టి సరిచేసి నాలుగు సార్ల సెయ్యడానికి హెక్టారుకు సుమారు 50,000 రూపాయల వరకు ఖర్చు అవుతుంది. అందువల్లనే సామాన్యులు ఈ పెద్ద తోటల జోలికిపోరు. ఇవి పరిశ్రమగా పరిగణింప బడుతున్నవి.

### ఉద్యానములు :

ఇండ్ల ముంగిళ్ళను, భవనాల ఆవరణలను విశాల ప్రదేశాలను అలంకరించడానికి, ప్రజోపయోగకోసం పార్కులను ప్రజోద్యానాలను నిర్మించడానికి మొక్కలను వినియోగించడాన్ని, ఉద్యానరచన అనవచ్చును. అమ్మకానికి గులాబి, మల్లె, చామంతి మొదలయిన వాటిని పెంచే పూల తోటలకూ, ఉద్యానవనాలకూ ఎంతో భేదం ఉన్నది. ఉద్యానరచన-చిత్రలేఖనం, శిల్పంవలె-ఒక లలితకళ. ఈ కళాసృష్టికి చిత్త్రత భూమియే చిత్రఫలకం. రంగు రంగుల పూచేర్ల వర్ణాలు. కాని ఈ రంగులు నిర్దిష్టములు కావు. కనుక ఆ మొక్కల ఎత్తు, వ్యాప్తి, పూవులరంగు, పూయు కాలము, ఆ మొక్కలను పెంచేసేర్పు చక్కగ తెలిస్తేగాని ఉద్యానరచన సాధ్యం కాదు. మొక్కల అమరికను, కూర్పును బట్టి, వివిధమయిన “వనాంగములు” ఏర్పడుతున్నవి. బాగుగా ఒకే జాతి మొక్కలను పెంచి సమతలంగా కత్తిరిస్తే అది “లో కంచె”, వేర్వేరు జాతులను బాదుగ పెంచి కత్తిరించకపోతే అది “గుబురుటంచు,” అవే పొట్టి మొక్కలయితే “అంచు”, బారుగా కాకుండా గుబురుగా కూర్చితే “గుబురు”, ఋతు పుష్పజాతులతో మడివేస్తే “పూమడి,” గుల్మములను ఏదైనా ఆకారంగా కత్తిరిస్తే “గుమ్మటము”, బాటపై పందిరివేసి పూల తీగలను పాకిస్తే “పూబాట”.

అలాగే లతా గృహం, పచ్చికమడి, కాలవకొలను, గుట్ట, చెట్ల బాట మొదలయిన వనాంగాలు ఏర్పడుతాయి.

వనాంగముల అమరికే కళ. సర్వకళలకు సామాన్యమయిన కళాసూత్రాలే ఉద్యాన రచనలో కూడా అనుసరిస్తారు. అవి ముఖ్యంగా నాలుగు:

1. హిందీక, 2. తూత, 3. ఉదాత్తత, 4. లయ తుల్యత అంటే ఒక ఊహ రేఖకు ఇరువైపులా ఉండే వనాంగాల సామ్యత. తుల్యత రెండు విధాలు: సమతుల్యత, విషమతుల్యత ఊహ రేఖకు రెండువైపులా సమాన దూరంలో సమాన దూరంలో సమాన ఆకారంగల వనాంగాలు ఒక దాని ప్రతిబింబంలా ఒకటి ఉంటే అది సమతుల్యత. ఈ తుల్యత వాస్తవం. ఈ తుల్యతతో నిర్మించిన ఉద్యానములను ‘క్రమ ఉద్యానములు’ అంటారు. ఈ రీతిని క్రమరీతి అంటారు. విషమ తుల్యత వాస్తవం కాదు. రేఖకు ఇరువైపులా ఉండే వనాంగాలు సర్వసమం కావు. కాని వాటి దృక్భారము సమంగా ఉంటుంది. ఉదాహరణకు రేఖకు దగ్గరగా ఉండే పెద్ద వనాంగాలతో రెండవ వైపున రేఖకు దూరంగా వుండే చిన్న వనాంగములను సరిచూచితే అది విషమ తుల్యత. ఈ తుల్యతతో నిర్మించిన ఉద్యానములను ‘ప్రాకృతిక ఉద్యానములు’ అంటారు. ఈ ఉద్యానాలు చూడటానికి ప్రకృతి దృశ్యాలవలె ఉంటాయి. మలచిన మానవ వాస్తవ మరుగుగా ఉండడంవల్ల ఈ రీతిని ప్రాకృతిక రీతి అంటారు. ఇవిగాక అయా దేశాల సంప్రదాయాల ననుసరించి మొఘలు, ఇంగ్లీషు, ఇటాలియన్, జపాను రీతుల వంటివి వెలసినవి.

ఉదాత్తతంటే, చూపరి దృష్టిని తోటలోని ఒక ప్రధాన వస్తువుపై కేంద్రీకృత మయ్యేటట్లు చేయడం. తోటలలా ఆ ప్రధాన వస్తువు చుట్టూ అవరించినట్లు తోపించవలెను. ఆ ప్రధాన వస్తువు

తోటలోనే ఉండవచ్చును; లేదా దూరపు కొండ శిఖరములు, స్మారక చిహ్నమువలె తోట వెలుపల కూడా ఉండవచ్చును. లేదా ప్రధాన వస్తువొక భావనమాత్రం కావచ్చును. తపోవనములు, ప్రవచనములు, భావోద్వేగములను తోటలు. చిహ్నముల ద్వారా భావాన్ని వ్యక్తంచేసే ప్రతీకోద్యానాలు జపానులో కలవు. పురాతన భారతీయ

వనాలను గూర్చిన వర్ణనలు అనేకం గ్రంథాలలో ఉన్నా, వాటిని పునః సృష్టిచేయడానికి కావలసిన వివరాలు దొరకనందున అవి ఎలా వుండేవో తెలుసుకోలేకుండా ఉన్నాము. కాని ఊహించడానికి అవకాశం లేక పోలేదు. ఈ విషయంలో పరిశ్రమకు, పరిశోధనకూ చాలా అవకాశం ఉన్నది.

డా॥ బ్రహ్మాండం నరసింహం.

## 168. సాగు భూమి నిర్వహణ, నీటి సద్వినియోగము

ఆహార వాణిజ్య పంటల ఉత్పత్తికి, నిధియైనట్టి భూమి దేశ ప్రగతికి, సంపత్తికి ప్రధానమైనది. జాతీయోత్కం ఆర్థిక, ఖనిజ సంపత్తులతో భూమి ఉత్పాదన శక్తికి అవినాశవ సంబంధమున్నది. వివిధ వాతావరణ పరిస్థితుల వలన అధికముగా నేలలోని ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థముల సమన్వయము మారుచుండును. ఘన పదార్థములలో ఖనిజములు ప్రధానమైనవి. బంక మట్టి, వండ్రమన్ను మరియు ఇసుక-నీటి సాపేక్ష సంబంధాలను బట్టి భూ తాంత్వత (Texture) మారుచుండును. భూమి మొక్కలకు ఆధారము యిచ్చి, వేరు విస్తరణకు సహాయపడి, మొక్కల అభివృద్ధికి అవసరమగు పోషక పదార్థములను చేకూర్చును. భూమిలో మొక్కలకు అవసరమగు పదార్థాల లోపములను, మట్టి పరీక్ష మూలముగా తెలుసుకొని వివిధమైన ఎరువులను, రసాయనిక పదార్థములను వాడి, లోపములను నివారించ వచ్చును. భూమిలో యున్న వివిధ పదార్థముల మధ్య ఉన్న అంతర ప్రదేశములలో గాలి, నీరు, వివిధ నివృత్తులలో యుండి మొక్కలకు ఉపయోగ పడును. భూమిలో మొక్కలకు ప్రత్యక్షముగాను, పరోక్షముగాను ఉపయోగపడు లక్షలాది సూక్ష్మజీవులు

భూమికి అనువైన భౌతిక ఆకారము చేకూర్చుచున్నవి.

భూమిలోని మన్ను. వండ్రమట్టి మరియు ఇసుక సహజ రూపములలో ఉండక మిళితమై గుంపుగాకలసి సంయుక్త రేణువులుగా యుండును. టువంటి కూడలినే భూనిర్మాణరీతి (Soil structure) అందురు. ఈ భూస్వరూపము మొక్కల పెరుగుదలకు, పంటల ఉత్పత్తికి, దిగుబడికి, వేర్ల విస్తరణకు, జలవాయు సంబంధములకు, మరియు భూసార సంగ్రహణకు, ఎంతో ముఖ్యము.

భూసార ఉత్పాదక శక్తిని స్థిరముగా ఉంచుటకు భూనిర్మాణరీతిలో వివిధ నిర్వహణ పద్ధతులు అవసరానుగుణ్యమైన నీటి పారుదల విధానములు, పంటల మణియు ఉత్పత్తి విధానములు, అవలంబించి నేలలను కృషియోగ్యముగా చేయవచ్చును. భూమియొక్క ఆప్లుస్థితి - తెల్ల చవుడుదనము, మరియు నల్ల చవుడుదనము-పంటల ఉత్పాదనమునకు అవరోధము కల్పించును. ఆప్లుపూరితమైన భూములలో అనగా నల్లచవుడు భూములలో, పంటల పోషక పదార్థములు సరియైన పాళ్ళలో దొరకవు. మరియు సూక్ష్మజీవుల అభివృద్ధి తగ్గిపోవును.

నల్లచవుడు భూములలో సహజ భూనిర్మాణరీతి చెడిపోవును. అట్లుపూరిత భూములను సున్నపు బూడిద, దోలమైటు, మొదలగు పదార్థములను చల్లి అభివృద్ధి పరచవచ్చును. నల్లచవుడు భూములను హరిశోతము (జిప్సము), గంధకము, మరియు పచ్చి రొట్టను వాడి భూమిని కృషియోగ్యముగా చేయవచ్చును. తెల్ల చవుడు నేలలో ఎక్కువ లవణ పదార్థములైతే భూమి చెడిపోవును. లవణ పదార్థములను తగ్గించుటకై పారుదలకు మంచిసీటిని ఉపయోగించుచు, మురుగు కాల్వల మూలముగా ఊరస్థితిని తగ్గించవచ్చును. నీరువల్లగాని, గాలివల్ల గాని సంభవించు నేలకోత, భూసారమును తగ్గించి, హాని కలిగించును. మేలు రకపు కృషి పద్ధతులను యాంత్రిక సాధనములతో సమన్వయ పరచుట వల్లనే గాక, అడవులను పెంపొందించుటవల్ల పంటల ఉత్పత్తికి హాని కలిగించు నేలకోతను అరికట్టవచ్చును.

పెచ్చు దిగుబడికి తగిన ఎరువులు వేయు విధానము ఎంత ప్రధానమో, తగినంత నీరుకూడా అంత ప్రధానమైన ఉత్పాదక సాధనము. ఈ మధ్యనే భారతదేశములో పంటలకు తగిన నీరు, ఉపయోగ విధానములో పరిశోధింప బడుచున్నది. పంటలకు కావలసినంత నీటి ప్రమాణము - భూగుణము, భూతాంతవత్, భూనిర్మాణరీతి, వేర్ల విస్తరణ విధానము, పంటగుణము, పంట కాలము, వాతావరణ పరిస్థితులు, నేలవాలు మొదలగు విషయములపై ఆధారపడి యుండును. సరియైన నీటి ఉపయో

గము, పారుదలచేయు నీటిమీద, పారుదల వ్యవస్థ మీద, మరియు పారుదల విధానము మీద ఆధార పడును.

వివిధ ప్రాంతములలో పంటలకు తగినంత నీటి పారుదల తెలియ చేయుటకు పంట ఉత్పత్తి కాలములో వాతావరణ పరిస్థితుల విషయమున పరిశోధన అవసరమైతే నా యున్నది.

సమర్థవంతమైన సాగునీటి వాడుక - అనగా పంట పెరుగుదలకు అవసరమైన నీటి సరఫరా - నీటిని ఎంత తరుచుగా కట్టవలెనన్న విషయముతో పాటుగ, నీటి పారుదలలో అవలంబించవలసిన పద్ధతులు మొదలైన విషయములన్నియు సమర్థవంతమైన సాగునీటి వాడుకకు సహాయపడును. సాగునీటి పారుదలలో అనేక పద్ధతులు పంటల ఆవసరాన్ని బట్టి అవలంబించ వలసియుంటుంది. ఇందులో బార్లరు స్ప్రిప్ పద్ధతి, చెక్ బేసిన్ (Check-basin) పద్ధతి, భూమి ఏటవాలును బట్టి నిర్మింపబడ్డ కాంటూరు (Cantour) కాల్వల పద్ధతి, స్ప్రింక్లరు పద్ధతి మొదలైనవి ముఖ్యమైనవి.

ఏ ప్రాంతములోనైన సాగునీటి అవసరాలను, పండింపబడుతున్న పంటల జలాధారాలు, అక్కడి వాతావరణ పరిస్థితులు, పంటకాల పరిమితి మొదలైన విషయములను గమనించి పరిశోధన కావించిన తరువాత నిర్ణయించ వలసియుంటుంది.

నీటిని సాగుదలకు ఉపయోగించుటకు ముందుగా రసాయనిక పరీక్ష చేయించడము అవసరము.

## 169. సన్యరక్షణ - కీటకనివారణ

చీడపీడలు వ్యవసాయమునకు, వృక్ష, జంతు జాలములకు అపారమైన హాని కల్గించుచున్నాయి. ఇవి పంటలను నాశనము చేయుటయే కాకుండా, మొక్కలకు జంతువులకు వ్యాధులను వ్యాపింప జేయుటయేకాక, నిర్మలకు, గిడ్డంగులకు, హాని కలిగిస్తూ అపారమైన నష్టాన్ని కలిగిస్తున్నాయి.

ఐతే వీటిలో కొన్ని మానవజాతికి ప్రత్యక్షము గానో పరోక్షముగానో ఉపయోగ పడుచున్నాయి. వీటిలో బదనికలు, పారసైడ్స్, ప్రెడేటర్స్, పాలి నేటర్స్, స్కెవి-జర్స్, అనునవి కొన్ని వర్గాలు. వీటిలో పట్టు పురుగులు, తేనేటిగలు, లక్క పురుగులు, మానవులకుపయోగ కరమైనవి.

ఈ పురుగులు పంటలకు వివిధ రూపములలో హాని కలిగిస్తున్నాయి. వీటిలో కొన్ని సున్నితమైన హరిత భాగములను తినివేయునవి; ఉదాహరణము :- మిడుతలు. కొన్ని ఆకులలోని హరిత భాగము నాశించి రసాన్ని పీల్చునవి; ఉదాహరణము :- పేను. కొన్ని మొక్కల కాండములోనికి చొచ్చుకొనిపోయి, లోపల పదార్థమును తినునవి; ఉదాహరణము :- వరి కాండము తొలిచే పురుగు. కొన్ని ఆకులలోనికి చొచ్చుకొనిపోయి హరితమును తినునవి; ఉదాహరణము :- నిమ్మ లీఫ్ మైనర్. కొన్ని నారుమడిలో మొక్కల కాండములను కొరుకుచూ మొక్కను నేలమట్టము చేయునవి; ఉదాహరణము :- పొగాకు లద్దెపురుగు. కొన్ని మొగ్గలను, కాయలను, కూరగాయలను, పండ్లను దొలుచునవి; ఉదాహరణము :- వంకాయ దొలుచు పురుగు. కొన్ని మొక్కలపై బుడిపెలకు కారణమైనవి: ఉదాహరణ :- ఉల్లికేత పురుగు. మరికొన్ని, పండ్లను తొలచి మెత్త పదార్థమునుతని వండును క్రుళ్ళునట్లు

చేయునవి; ఉదాహరణ :- కాకరలోని పండ్ల ఈగ. ఈతైన చెప్పబడినవి ముఖ్యముగా పేర్కొనదగినవి. ఇవిగాక మరికొన్ని పురుగులు భూమిలోపల నివసించుచూ మొక్కలకు నష్టము కలిగిస్తాయి; ఉదాహరణకు :- చెదలు, కొబ్బరి యొక్క వేరు పురుగులు, వేరుశనగ వేరుకు పురుగు మొదలైనవి.

ఇటీవల ఎర్రలక్క పురుగులు ఉధృతమై పంటల దిగుబడిని ఎక్కువ మేరకు తగ్గించుచున్నవి. ఇవి మొక్కలోని ఆహార పదార్థమైన రసాన్ని పీల్చి మొక్కల పెరుగుదల నరికట్టి తక్కువ దిగుబడికి కారణమవు తున్నాయి. దీనితోపాటు కొన్ని రకములైన వేరు పురుగులు, పక్షులు, ఎలుకలు గూడా పంటలకు హానికల్గించుచున్నాయి. పైన ఉదహరించిన పురుగులను నివారించుటకు అవసరము సారంగా పైరు పరిస్థితులను బట్టి వివిధ సన్యరక్షణ పద్ధతుల నవలంబించవలసి యున్నది. వీటిలో కొన్ని ముఖ్యమైన సన్యరక్షణ పద్ధతులు ఈ దిగువ పేర్కొనడమైనది.

1. యాంత్రిక చర్యల ద్వారా నివారణ :- కీటకముల యొక్క గ్రుడ్ల సముదాయములను సేకరించి నిర్మూలించుట. ఎగిరే పురుగులను రాత్రులందు కాంతివంతమైన దీపములను బెట్టి ఆకర్షింపబడునట్లుచేసి నిర్మూలించుట.

2. సేద్య పద్ధతుల ద్వారా నివారణ :- సక్రమమైన సాగుచేయుట, పంట మార్పిడి, పురుగుతాకిడికి తట్టుకొనే వంగడములను రూపొందించుట ముఖ్యమైనవి.

3. జీవరాసుల సుపయోగించుట :- బదనికలను, పారసైడ్స్ను, ప్రెడేటర్స్ను హానికలిగించు పురుగుల మీదకు విడుదల చేయుట.



4. చట్టరీత్యా నిర్మూలన :- హానికరమైన కీటకములను ప్రభుత్వ చట్టముల రీత్యా నిర్మూలించుట.

5. రసాయన చర్యల ద్వారా నివారణ :- క్రిమి సంహార మందులను పురుగుల నిరోధముకై వాడుట.

మన రాష్ట్రములో ప్రధానమైన పంటలకు హాని కల్గించు ముఖ్యమైన కొన్ని పురుగులు, వాటి నివారణ పద్ధతులు దిగువ ఇవ్వబడినవి.

పరి

1. తెల్లకంకి (ఫైమ్ బోరర్) :- ఇది ఒక విధపు గొంగళి పురుగు. మొక్క చిన్నదిగా యున్నప్పుడు ఈ పురుగు కాండములోని దొలుచుకొనిపోయి మువ్వను కొరికి వేస్తుంది. మొవ్వను పట్టి లాగి నప్పుడు సులభముగా చేతిలోనికి వస్తుంది. చేను ఈనెముందు ఈ పురుగు ఆశించినట్లు...తే తెల్లకంకి ఏర్పడి గింజలు పొల్లు, జల్లు, అవుతాయి. దీని నివారణకు డెయూజిన్ 5 శాతము గుళికలు, ఎకరాకు 12 కిలోలు లేక ఫోరేడ్ 10 శాతము గుళికలు ఎకరాకు 8 కిలోలు - నాదీన తరువాత 10 వ రోజున 2వ రోజున, 5వ రోజున-పొలములో నీరుండగా చల్లాలి.

2. ఉల్లికోడు లేక కోడు (గాల్ ఫై) :- ఈ ఈగ పూర్ణదశలో చిన్న దోమవలె యుండును. ఈ పురుగు పెరుగుతున్న కాండములోనికి దూరి రాపిడి కల్గించగా కాండము గొట్ట ములా మారి ఉల్లికాడవలె పైకి వస్తుంది. దీనిని నివారించుటకు ఎకరాకు 8 కిలోల డెయూజిన్ 5 శాతము గుళికలు లేక 2 కిలోల ఫోరేడ్ 10 శాతం గుళికలు-నాదీన తరువాత 10 రోజులలో 2, 8 అంగుళముల నీరువుంచి-చల్ల వలయును. కోడును తట్టుకొనే 'కాకతీయ' అనే పరి వంగడమును, ఈ మధ్య వరంగల్లు వ్యవసాయ పరిశోధనా స్థానమునుండి విడుదల చేసిరి. రైతులు

ఈ వంగడమునెప్పుకొని పంటను 'ఉల్లికోడు' నుండి కాపాడుకొనవచ్చును.

3. దోమ పోటు లేక నుడితెగులు (ఫాల్గారిడ్) :- ఈ పురుగుయొక్క పిల్లలు (నింఫ్స్) న్ను, పూర్ణదశలో పురుగులు (అడ్వల్ట్స్) న్ను, ఆకులనుండి-కాండము నుండి రసాన్ని పీలుస్తాయి. ఆకులు పసుపు రంగుగా మారి ఎండిపోతాయి. ఈ తెగులు నివారణకు మడినుండి నీరు తీసివేసి ఆరగబట్టితే పురుగు తాకిడి వ్యాపించకుండా కొంతసరకు ఆపు చేయవచ్చును. 10 కిలోల బి. హెచ్. సి. 10 శాతము పొడిలేక 8 కిలోల లిండేన్ 0.65 శాతము పొడిని దస్ట్ చేయవచ్చును.

జొన్న

1. కాండము ఈగ లేక మొవ్వచచ్చుట (ఘాట్ ఫై) :

ఈ పురుగు యొక్క పిల్లలు కాండములోనికి చొచ్చుకొని పోవుటవలన మొవ్వ చచ్చిపోతుంది. విత్తనము విత్తిన 6 వారములలోపున ఈ పురుగుల వల్ల నష్టము ఎక్కువ వుంటుంది మొవ్వ చనిపోవుటచే ప్రక్కనుండి పిలకలు వస్తాయి. దీని నివారణకు విత్తనములకు ఫోరేడ్ 10 శాతము గుళికలు ఎకరానికి 10 కిలోల చొప్పన వేయవలెను.

2. మొవ్వ చచ్చుట (జొవార్ ఫైమ్ బోరర్)

ఈ గొంగళి పురుగు జొన్న కాండము లోనికి దొలుచుకొనిపోయి మొవ్వలను కొరికి వేయడం వలన మొవ్వ చచ్చిపోతుంది. దీని నివారణకు 450 మిల్లీ లీటర్ల 'ఎండోసల్ఫాన్' 35 ఇ.సి.-మొలక వచ్చిన 7 వ రోజున 15 వ రోజున, 2వ రోజున-పీచికారి చేయాలి.

కూరగాయలు

ఎ. వంగ :-

1. తలనల్త లేక అగ్నిమండలము :- ఈ గొంగళి పురుగు లేత కొమ్మలలోనికి దొలుచుకొని

పోయి కొమ్మలు ఎండుటకు కారణమవుతుంది. ఈ మొక్క కాపుకు రాగానే పురుగు కాయలోనికి చేరి లోపలి పదార్థమును తిని కాయను పాడుచేయును. దీని నివారణకు ఎండ్రీన్ ఎకరాకు 20 శాతము 500 మి.లీ. గాని, డి.డి. డి. 50 శాతము 2 కిలో చొప్పునగాని నీటిలో కలిపి చల్లవలెను.

2. అక్షింతల పురుగు (ఎవలక్వా బీబీలు) :- ఈ పురుగుల పిల్లలును, పూర్ణ దశలోని పురుగులును, ఆకులోని ఆకుపచ్చని పదార్థాన్ని చారలు చారలుగా తినివేయుటవలన ఈనెలు మాత్రము మిగులుతాయి. దీని నివారణకు కార్పొరిల్ 10 శాతము పొడి 7 కిలోలు + గంధకపుపొడి 3 కిలోలు కలిపి డబ్బె చేయాలి.

వి. బెండ :-

1. కాయపుచ్చు, కాండము దొలుచు పురుగు (ఘాట్ లండ్ ప్రూట్ బోరర్) :- ఈ పురుగు లేత కొమ్మలలోనికి, మొగ్గలలోనికి దొలుచుకొని పోయి లోపలి పదార్థమును కొరికి తింటుంది. ఈ పురుగు ప్రతి కాయలను కూడా కొరికి తింటుంది. దీని నివారణకు డెక్లోరవాస్ 100 శాతము ఇ.సి.ని ఎకరాకు 100 మిల్లీలీటర్లను నీటిలో కలిపి పిచికారీ చేయాలి.

2. అశమదుతలు (జానీడ్) :- పిల్ల పురుగులు, పూర్ణదశలోని పురుగులు ఆకులోని రసాన్ని పీల్చి రంధ్రాలు చేస్తాయి. దీని నివారణకు 'కార్పొరిల్' 50 శాతము డబ్బు.పి ఎకరాకు 2 కిలోలు వాడవలయును.

సి. మిరప :-

1. ముదుత లేత. కారివి (ట్రీవ్) :- పిల్ల పురుగులును పూర్ణదశలోని పురుగులును ముడిచిన ఆకు కొనల నుండి రసాన్ని పీలుస్తాయి. దీని నివారణకు 'క్విన్టాల్ ఫాస్' (ఎకలక్స్) 25 శాతము ఇ.సి.ని (48)

ఎకరాకు 1 లీటరు నీటిలో 1½ మిల్లీలీటర్ల మందును కలిపి పిచికారి చేయవలయును.

2. కాయరాలుట (పాడ్ బోరర్) :- ఈ పురుగు కాయలోపలకు దొలుచుకొనిపోయి లోపలి భాగములను గింజను తినివేస్తుంది. నివారణకు లిండేను 0.5 శాతము నీటిలో కరుగుమందు ఎకరాకు 2 కిలో చొప్పున పిచికారీ చేయవలెను. లేదా మరాఠియాను 50 శాతము ఇ.సి.ని ఎకరాకు 500 మిల్లీలీటర్ల నీటిలో కలిపి పిచికారీ చేయవలెను.

పొగాకు

బద్దె పురుగు (టూటాకొ కాటర్ పిల్లర్) :- ఈ గొంగళి పురుగు పగలు దాగియుండి రాత్రివేళ సంచరిస్తూ ఆకులను, కొమ్మలను విపరీతముగా తినివేస్తున్నది. నివారణకు 3% ఎండోసల్ఫాన్ 35 శాతము ఇ.సి మందు 1.5 మిల్లీలీటర్లను 1 లీటరు నీటిలో కలిపి ఎకరానికి 450 మిల్లీలీటర్ల చొప్పున పిచికారీ చేయవలయును.

కంది

1. పచ్చపురుగు (గ్రామ్ కాటర్ పిల్లర్) :- ఇది లేత ఆకులను, లేత కాయలను తింటుంది. కాయలకు రంధ్రముచేసి రంధ్రము ద్వారా కాయ లోనికి సగభాగము దూరి గింజలు తింటుంది. దీని నివారణకు ఎకరాకు ఒక కిలో డి.డి.డి 50 శాతము డబ్బు. పి + 100 మిల్లీలీటర్ల ఫాస్ఫోమిడాన్ 100 శాతము ఇ.సి కలిపి పైరుపై పిచికారి చేయాలి.

చెఱుకు

1. మొవ్వు చచ్చుట (ఎర్లీ ఘాట్ బోరర్) :- ఇది లేత మొక్క యొక్క కాండము దొరిచి మొవ్వును చంపి వేస్తుంది. మొవ్వును బట్టి లాగిన పుడు లోపల కొరికి వేయబడినందువలన సుంభముగా చేతిలోనికి వస్తుంది. దీని నివారణకు ఎండ్రీను 20 శాతము ఇ.సి. 500 మిల్లీలీటర్ల

చొప్పునగాని, ఎండోసర్వాన్ 85 శాతము ఇ.సి 4:0 మిల్లీలీటర్ల చొప్పునగాని 4వ వారము నుండి 15 రోజుల కొకరూరి 8.4 సార్లు పిచికారీ చేయవలెను.

2. చెదలు (బెల్టెబ్స్) :- ఈ పురుగు మన రాష్ట్రములో యిటీవల పంటకు ఎక్కువగా హాని కలిగిస్తోంది. నాదీన చెరకు ముచ్చెలను, మొలకెత్తిన చెఱకు మొక్కలను చెదలుపట్టి తిని వేస్తాయి. క్రమముగా చెఱకు లోపలి భాగమంతా తినేసి బెరడు మాత్రము మిగులుస్తాయి దీని నివారణకు చివర దుక్కిలో 15 కిలోల బి.హెచ్.సి. 10 శాతము పొడినిగాని ఆల్మిన్ 5 శాతము 25 కిలోల గాని వేయవలెను లేక క్లోరిథేను 75 శాతము ఇ.సి 750 మిల్లీలీటర్లు మందును నీటిలో కలిపి మొక్కలో పోయవలెను.

3. పొడనుపురుగు (స్కెల్ ఇన్ సెక్ట్) :- ఇది చెరకు గడ్డలో ప్రవేశించి రసమును పీల్చుచూ చక్కెర ప్రమాణములోను, చెరకు తూకములోను దిగుబడిని తగిస్తుంది. ఆకులను దూసివేసి మలాతియాన్ 50 శాతము ఇ.సి 20 మిల్లీలీటర్ల మందును 10 లీటర్ల నీటిలో కలిపి కణుపుల మీదబాగా పడేటట్లుగా పిచికారీ చేయాలి.

నూనె గింజలు

### 1. వేరుశనగ :

ఎర్రగొంగళి పురుగు (రెడ్ హెయిర్ కాటర్ పిల్లర్) :- పైరు లేతగా వున్నప్పుడు ఈ పురుగులు ఆకులను విపరీతముగా తిని వేస్తాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు విత్తనములు మరల వేయవలసి వస్తుంది. దీని నివారణకు డైకోరవాన్ 100 శాతము ఇ.సి 1.5 మిల్లీలీటరు మందును 1 లీటరు నీటిలో కలిపి పంటపై పిచికారీ చేయవలయును.

### 2. ఆముదము :

దావరిపురుగు లేక నామాలపురుగు (కాస్టర్ సెమి లాపర్) :- ఈ పురుగు గొంగళి పురుగు దళలో ఆకులను విపరీతముగా తిని మొక్కలను మోడులుగా

చేస్తుంది. ఆకులలో ఈనెలు మాత్రమే మిగులుతాయి. దీని నివారణకు డైకోరవాన్ 100 శాతము ఇ.సి. ఎకరాకు 150 మిల్లీలీటర్ల చొప్పున వాడవలయును.

### 3. ప్రత్తి :

ఎ. తలనల్ల, కాయపుచ్చు (స్పౌటర్ బోర్ వర్మ్) :- ఈ పురుగు మొక్కలో ఒక భాగము నుండి మంయొక భాగమునకు ప్రాకినెళ్ళి చిన్న మొక్కలకు చాలా హాని కలుగజేయును. దీని నివారణకు కార్బోరిల్ 50 శాతము డబ్బ్యు. పి. 2 కిలోలు ఎకరాకు చల్లవలయును.

బి. కాయపుచ్చు (పింక్ బోర్ వర్మ్) :- ఈ పురుగు ప్రత్తి కాయలలోనికి చొలుచుకొని పోయి గింజలను, దూదిని తినివేస్తుంది. దీని నివారణకు కార్బోరిల్ 50 శాతము డబ్బ్యు. పి. 2 కిలోల మందు లేక ఫెన్టాథియాన్ 60 శాతము ఇ.సి. 800 మిల్లీలీటర్లు ఎకరాకు పిచికారీ చేయాలి.

సి. పచ్చపురుగు (గ్రామ్ కాటర్ పిల్లర్ లేక ఆమెరికన్ బోర్ వర్మ్) :- ఈ పురుగు మొక్క క్రింది భాగములో రంధ్రముచేసి మొక్క లోపలి భాగమును చెరుతుంది. దీని నివారణకు ఒక కిలో కార్బోరిల్ 50 శాతము డబ్బ్యు. పి. తో ఒక కిలో డి. డి.టి 50 శాతము డబ్బ్యు. పి. ను మిశ్రమముచేసి పిచికారీ చేయాలి.

డి. అటముడత (ఘానీడ్స్) :- ఈ పురుగులు ఆకు ఆడుగు భాగమున గుంపులుగా చేరి రసాన్ని పీల్చి ఆకుముడతకు కారణమవుతాయి. దీని నివారణకు 2 కిలోల కార్బోరిల్ 50 శాతము డబ్బ్యు. పి. గాని లేక 400 మిల్లీలీటర్ల మోనో క్రోటిఫాస్ 40 శాతం ఇ.సి.ను గాని పిచికారీ చేయాలి.

పండ్లు

### ఎ. మామిడి :

1. తేనెమంచు (లీఫ్ హాపర్) :- పిల్ల పురుగులు, పూర్వదళకొని పురుగులు ఆకులనుండి, పూలనుండి రసాన్ని పీలుస్తాయి. పూలు ఎండి రాలి పోతాయి.

దీని నివారణకు డి.డి.టి. 50 శాతము డబ్బు. పి ని చెట్టునకు 50 గ్రాముల చొప్పున పిచికారీ చేయవలయును.

1. పెంకపుచ్చు (నబ్ వీనిల్) :- లేతగింజలలో ఆడపురుగు గ్రుడ్లు పెడుతుంది. కాళ్లు లేని తెల్లని పురుగులు గ్రుడ్ల నుండి వెలువడి పెంకలోనికి చొచ్చుకొనిపోయి పుచ్చుకు కారణమవుతాయి. దీని నివారణకు డి.డి.టి 50 శాతము డబ్బు. పి ని చెట్టుకు 50 గ్రాములు చొప్పున పిచికారీ చేయవలెను.

నిమ్మ, నారింజ, బత్తాయి, కమలా పండ్లు:

1. నారింజ పురుగు (లీఫ్ ఈటెంగ్ కాటర్ వీల్) :- ఈ గొంగళి పురుగు లేత ఆకులను తినేసి మధ్య ఈనెలు మాత్రము మిగులుస్తుంది. దీని నివారణకు డి.డి.టి 50 శాతము డబ్బు. పి. 28 గ్రాముల మందును 5 నుండి 8 లీటర్ల నీటిలో కలిపి చెట్టు పరిమాణమును బట్టి ఒక్కొక్క చెట్టుకు పిచికారీ చేయవలయును.

2. ఆముడు (లీఫ్ మైనర్) :- ఈ గొంగళి పురుగు ఆకు పొరలలోనికి దొలచుకొనిపోయి అక్కడి భాగములను తింటుంది. దీని నివారణకు వేపపిండి నానవేసి, వచ్చిన 100 మిల్లీ లీటర్లు రసాన్ని 10 లీటర్ల నీటిలో కలిపి పిచికారీ చేయాలి.

### కొబ్బరి

1. కామ్మపురుగు (రై నో సెరన్ బీట్) :- ఈ పురుగు కొబ్బరి పువ్వును దొంచి పీచుపదా

ర్థాన్ని కొరికి బయటకు త్రోసివేస్తుంది. విచ్చుకొన్న మొవ్వులో చాలా రంధ్రములు కనుబడతాయి. దీని వలన మొవ్వు దెబ్బతినుటయో లేదా చనిపోవుటయో జరుగుతుంది. చిన్న మొక్కలలో ఈ పురుగుల వలన చాలా హాని ఎక్కువ. దీని నివారణకు బి.హెచ్.సి. 10 శాతము పొడి ఒక వంతు, ఇసుక లేక రంపపుపొట్టు ఒక వంతు, కలిపి ఆకు సందులలో వేయవలయును.

2. ఆకు ముట్టె పురుగు (బ్లాక్ హెడెడ్ కాటర్ వీల్) :- గ్రుడ్ల నుండి గొంగళి పురుగు వెలువడగానే ఆకులోని ఆకుపచ్చని పదార్థాన్ని తింటూ పట్టుతో గూడు అల్లుతుంది. వీటివలన కొబ్బరి ఆకు ఎండిపోతుంది. దీని నివారణకు ఈ పురుగులను తినుచు చంపగల బదనికలు అను పురుగుల (పారసైట్స్) ను తూర్పు గోదావరి జిల్లాలోని అంబాజీపేటలో వ్యవసాయ పరిశోధనా సంస్థలో ఉత్పత్తి చేయుచున్నారు.

ఈ పైన ఉదహరించిన సస్యరక్షణ చర్యలను రైతు సకాలములో ఆచరించి, వివిధ రకముల పంటలను పురుగుల నుండి కాపాడుకొని అధిక దిగుబడిని పొందవచ్చును.

డా॥ ఎడ్వైన్ ధర్మరాజు.

# 170. సస్యరక్షణ - తెగుళ్ల నివారణ

( పైర్లను ఆశించే తెగుళ్లు, వాటి నివారణోపాయములు : )

## I. వరి

1. అగ్గి తెగులు (బ్లాష్) : మొక్క-యొక్క అన్ని దశలలోను ఈ తెగులు సోకి నష్టము కలుగ జేస్తుంది. ఆకుల మీద కండె ఆకారముగల మచ్చలు ఏర్పడుతాయి. ఈ మచ్చలు మధ్య బూడిద రంగు లోను, చుట్టూ గోధుమ రంగులోను, ఉంటాయి. క్రమముగా ఈ మచ్చలు పెద్దవై ఆకులు, ఆకు లతో బాటు మొక్కలు ఎండి కాలిపోయినట్లుగా కన బడతాయి. కణుపుల దగ్గర నల్లని రంగు ఏర్పడి అక్కడ కాండము విరిగి పోతుంది. వెన్నునకు మెడ మీద ఈ తెగులు సోకి, మచ్చ ఏర్పడి అక్కడ వెన్ను విరిగి పోతుంది. దీనివల్ల గింజ కట్టకుండా పొల్లగింజలు ఏర్పడుతాయి.

నివారణకు 0.1 గ్రాము హిసోసాన్ లేక కాసు మిన్ అనే మందును నారుమడిలో ఒకసారి, నాటిన పొలములో నాటిన 20 రోజుల కొకసారి, తర్వాత 10 రోజుల కొక పర్యాయము, తర్వాత వెన్ను వేసినపుడు ఒకసారి, పిచికారి చేయాలి.

ఒక కిలో విత్తనాలకు 2½ గ్రాములు చొప్పున అగ్రసాన్ జి.యన్. అనే మందును కలిపి, విత్తనాలను శుద్ధిచేయాలి. ఎరువులు అవసరమెంతవరకే వాడాలి. తెగులు ఎక్కువగా ఉండేచోట్ల, తెగులు తట్టుకొనే వంగడాలను అనగా ఐ.ఆర్-8, 20, 22, జయ, టి.కె.యం. 1 మరియు యం.బి.యం. 5 మొదలగు రకములు వాడుట మంచిది.

2. ఆకు ఎండు తెగులు బ్లాక్బరీయల్ జైటు :- ఆకుకు ఒక అంచున గాని, రెండంచుల వెంబడి గాని, చివరనుండి ప్రారంభించి ఎండుగడ్డి రంగుగల సన్నని చారలు ఈ తెగులువలన ఏర్పడుతాయి. క్రమముగా ఆకుకొన ఎండిపోతుంది. తర్వాత ఆకు

మధ్య భాగానికి కూడా విస్తరించి ఆకు అంచులందు వంకరలు ఏర్పడుతాయి. వెన్ను ఎండిపోతుంది. ఈ రోగమును ఆరికట్టుటకు 10 లేక 15 కిలోల విత్తనములకు 22.5 గ్రాముల వెట్టబుల్ సెరిసాన్ మరియు 0.6 గ్రాముల ఫైప్రోసెక్టిన్ మందును 22.5 లీటర్ల నీళ్ళతో కలిపి, విత్తనములను 6-8 గంటలు దానిలో నానబెట్టవలయును. తదపరి నీడలో ఆరబెట్టి నారుమడికి ఉపయోగించవలెను.

## II. జొన్న

1. కాటుక తెగులు (గ్రెయిన్ స్కాబ్) :-

కంకి వెలువడిన తరువాత మాత్రమే తెగులు లక్షణాలు కనబడుతాయి. కంకిలోని చాలా గింజలు బూజుకు గురియై గింజలకు బదులు నల్లని బూజు సంచులు ఏర్పడుతాయి.

నివారణకై ఒక కిలో విత్తనాలకు 4 గ్రాములు గంధకపు పొడిని గాని లేక 2½ గ్రాములు చొప్పున అగ్రసాన్ జి.యన్. అనే మందుతో గాని బాగుగా కలిపిన విత్తనాలను పొలములో విత్తవలెను.

2. ఆకువగులు (లీఫ్ ఫ్రెడింగ్ మరియు డౌనీ మిల్ డ్యూ) :- మైరు ప్రారంభ దశలో ఈ వ్యాధి తగిలినట్లయిన, ఆకులు పసుపు పచ్చగా మారి ఆకుకు ఇరుప్రక్కల నుండి బూజు వేలాడు తుంది. ఆకులమీద తెల్లని చారలు ఏర్పడుతాయి. అవి క్రమేపి గోధుమ రంగుగా మారి చారల వెంబడి ఆకులు చినుగుతాయి. మొక్క పెరగదు. కంకులు కూడా వేయదు. తెగులు ఎక్కువగా ఉండే మొక్కలను ఎండిపోతుంది. నివారణకు వ్యాధి సోకిన మొక్కలను తీసి కాలివేయాలి. మిగిలిన మొక్కలకు తెగులు వ్యాపించకుండా జిన్డ్ లేక జైరామ్ అనే

మందును ఎకరాకు 600 గ్రాముల చొప్పున నీటితో కలిపి పిచికారి చేయాలి.

### III. నజ్జ

1. వెరి కంకి (గ్రీన్ ఇయర్ మరియు డౌనే మిల్ డ్యూ) :- ఈ తెగులు యొక్క ముఖ్యమైన లక్షణం మొత్తం కంకి అంతటిలోగాని కొంత భాగంలో గాని, గింజలు ఏర్పడకుండా ఆకుపచ్చని చిన్న ఆకులు ఏర్పడుతాయి. మొక్కలోని ఆకులు పసుపు రంగులోనికి మారుతాయి. పిలకలు కొంత దుర్బలాలు. ఒక్కొక్కప్పుడు ఆకులు రాలి పోతాయి.

నివారణ : తెగులు తగిలిన మొక్కలను తీసి కాల్చి వేయాలి. పంటల మార్పిడి పద్ధతి అనుసరించాలి. రోగనిరోధక శక్తి కలిగిన రకములను వైరు పెట్టవలెను. జినాబు, జిరాం, కాప్టానులలో నేడైన నొక దానిని ఎకరాకు 600 గ్రాములు చొప్పున పిచికారి చేయవలెను.

2. ఎర్గాబ్ తెగులు :- కంకి బయలుదేరిన తర్వాత ఈ తెగులు కనబడుతుంది. పువ్వులనుండి గులాబీ రంగుగల జిగురు పదార్థం వెలువడుతుంది. క్రమముగా ఈ పదార్థం గిట్టిపడి ఏం ల రంగుగా మారుతుంది. తర్వాత గింజలు 4 మిల్లీమీటర్ల పొడవుగల కొమ్మలు కలిగిన బూజుగా మారుతాయి.

నివారణ : తెగులు సోకిన మొక్కలను తీసి వేసి, కాల్చివేయాలి. తెగులు వ్యాపించకుండా ఎకరాకు 600 గ్రాముల జైరాం అనే మందును పూతకు ముందు, పిచికారి చేయాలి.

### IV కంది

1. ఎండు తెగులు (ఎల్డ్) :- మొక్క ఆరు వారాల వయస్సులో ఈ తెగులు లక్షణాలు స్పష్టముగా కనబడుతాయి. ఆకులు పసుపు పచ్చగా మారి ఎండిపోతాయి. కాండము లోపల, వేర్లలోపల

నల్లని చారలు ఏర్పడుతాయి. చివరకు చెట్టు పూర్తిగా ఎండి చనిపోతుంది.

నివారణ : పంటల మార్పిడి అనుసరించాలి. ఎకరానికి 60 బండ్ల కంపోస్టు తోలాలి. వరసల మధ్య దూరం పెంచాలి. ఇతర పంటలతో కలిపి కందిని మిశ్రమ పంటగా పండించాలి. తెగులు తగిలిన మొక్కలను తీసి కాల్చివేయాలి.

### V. పెనర, మినుము

1. బూడిద తెగులు (ఫౌడరీ మిల్ డ్యూ) :- ఆకుల మీద, లేత కొమ్మల మీద తెల్లపొడి కలిగిన మచ్చలు కనబడతాయి. ఆకులు పాలిపోతాయి. ఆకుల పరిమాణము తగ్గి పసుపు రంగుగా మారి రాలిపోతాయి. తెగులు తగిలిన కాయలు కృశించి ఎండిపోతాయి.

నివారణ : గంధకపు పొడిని చల్లాలి.

2. వెర్రి తెగులు : (వైరస్ తెగులు) :- ఆకులు అచ్చటచ్చటా పసుపు రంగుగా మారుతాయి. దిగుబడి తగ్గిపోతుంది.

నివారణ : తెగులు తగిలిన మొక్కలను వీటి తగుల బెట్టాలి. వైరస్ ను తీసుకొని వచ్చే పురుగులను అరికట్టడానికి డి.డి.డి 50 శాతము (డబ్ల్యు.పి) లేక పెరాథియాన్ 50 శాతము పిచికారి చేయాలి.

### VI. వేరుసెనగ

1. మచ్చతెగులు (బ్లౌట్ లీఫ్ స్పాట్) :- ఆకులమీద, ఆకు కాడలమీద 2 నుండి 6 మిల్లీమీటర్ల పరిమాణముగల ముదురు గోధుమ రంగు మచ్చలు ఈ తెగులువల్ల ఏర్పడుతాయి. మచ్చ చుట్టూ పసుపు రంగు అంచు ఉంటుంది. ఆకులు రాలిపోవటం ఈ తెగులుకు ముఖ్య లక్షణం.

నివారణ : పంటల మార్పిడి అనుసరించాలి. ఒక కిలో విత్తనాలకు 3 గ్రాముల చొప్పున తైరాయ్ అను మందును విత్తుటకు ముందు కల

పాలి. ఈ తెగులు వ్యాపించకుండా 4 శాతము రాగి (బైమాక్సు) మరియు గంధకము, 1:4 నిష్పత్తిలో ఎకరానికి 10 కిలోలు చొప్పున డస్టువేయాలి. లేక 0.1 శాతము బ్రెస్టాన్ అనే మందుతో 15 రోజుల కొకసారి విచికారి చేయాలి.

## VII. ప్రత్తి

1. నల్ల మచ్చతెగులు (బ్లాక్ ఆరామ్) : ఆకు క్రిందభాగములో నీలిమచ్చలు దీనివల్ల ఏర్పడుతాయి. తరువాత అవి నల్లగా మారి ఈనెల ద్వారా వ్యాపిస్తాయి. ఆకులు రాలిపోతాయి. ప్రత్తి కాయల మీద కూడ ఈ మచ్చలు వస్తాయి. అప్పుడు కాయలు క్రుశ్చి దూది పసుపు రంగుగా మారుతుంది. కొన్ని సమయాల్లో కాయలు కృశించి రాలిపోతాయి.

నివారణ : విత్తనాలను (మీద ఉన్న దూదని తీసిన తర్వాత) శుద్ధి చేయాలి. అందులకై విత్తనాల మీద దూదని తీయడానికి ఒక కిలో విత్తనాలకు 100 మిల్లీ లీటర్ల చొప్పున గాఢ గంధక ఆప్లుము (అతి జాగ్రత్తగా కొలవాలి) వాడాలి. ఒక కుండలో ప్రత్తి విత్తనాలను వేసి, వాటిపైన ఆప్లుము పేస్తూ కర్రతో జోరుగా రెండు నిమిషాల సేపు కలపాలి. విత్తనపు పైపొర ఊడిరాకుండా చూచుకోవాలి. వెంటనే వేరే బకెట్టులోనికి విత్తనాలను మార్చి బకెటు నిండుగా నీళ్ళతో విత్తనాలను బాగుగా 3, 4 సార్లు ఆప్లుము పోయేటట్లు కడగాలి. తర్వాత విత్తనాలను ఎండలో ఎండబెట్టి, తర్వాత ఒక కిలో విత్తనాలకు 2.5 గ్రాముల చొప్పున అగ్రసాన్ జియస్ వంటి అగ్లానో మెర్క్యూరియల్ కాంపౌండు కలపాలి.

ఫ్టెప్రోమైసిన్ సర్వేటు అనే మందును 500 భాగాలు ఒక మిలియను భాగం నీటిలో కలిపి 15 రోజుల కొకసారి విచికారి చేయాలి. పంటల మార్పిడి అనుసరించాలి. ఎం.సి.యు.5 అనే ప్రత్తి రకం ఈ తెగులను కొద్దిగా తట్టుకొన గలదు.

## VIII. చెఱకు

1. ఎర్రపట్ల తెగులు : (రెడ్ రాట్) తెగులు ప్రారంభ దశలో ఆకులు పసుపు పచ్చగా మారి చివరకు ఎండిపోతాయి. చెఱకు గడ్డలో మడక ఏర్పడుతుంది. విరిచి లోపల చూచినపుడు పిప్పి ఎరుపు రంగుగా మారి, ఈ ఎరుపు చారలకు అర్థముగా అచ్చటచ్చట తెల్లని చారలు కనబడుతాయి.

నివారణ : తెగులు తగిలిన దుబ్బులను తీసి వేయాలి. తెగులు లేని విత్తనపు చెఱకును మాత్రమే నాటాలి. నీరు తోటలో నిలువకుండా తీసివేయాలి. విత్తనపు చెఱకు ముచ్చెలను 0.5 శాతము ఎగలాల్ లేక ఎరిటాన్ అను ద్రావకముతో అద్ది నాటాలి. తెగులను తట్టుకొనే రకాలను వాడాలి. మైరుపై రాగి ధాతువు గల మందులను ఎకరాకు 900 గ్రాముల చొప్పున విచికారి చేసిన యెడల తెగులు సోకకుండా చేయవచ్చును.

2. కాటుక తెగులు (నృట్) : తెగులు తగిలిన మొక్కలో నల్లని పొడుగాటి కొరడా మొవ్వు నుండి వెలువడుతుంది. కొన్ని రోజులకు కొరడా పగిలి లోపలి నుండి నల్లని బూజు పదార్థం బయట పడుతుంది. దుబ్బుకు అంతటా తెగులు సంభవిస్తే చెఱకు గడ్డలు ఏర్పడకుండా ఈ కొరడాలు మాత్రమే ఏర్పడతాయి.

నివారణ : తెగులు సోకిన మొక్కలను పూర్తిగా తీసి కాల్చి వేయాలి. తెగులు లేని పంట నుండి విత్తనపు చెఱకును వాడాలి. తెగులను తట్టుకునే వంగడాలు అనగా కో. 449 మరియు కో. 527 పండించాలి.

3. గడ్డి దుబ్బు తెగులు (గ్రాసీ ఘాటు) : అసంఖ్యాకములైన వీలికలు గడ్డిదుబ్బువలె వస్తాయి. ఈ వీలికల ఆకులు చాలా సన్నముగా, చిన్నవిగా తెల్లగా ఉంటాయి.

నివారణకు : తెగులు తగిలిన మొక్కలను తీసి కాల్చి వేయాలి. తెగులులేని విత్తనపు చెఱకును (వాదాలి. కొంచెము వెచ్చని నీటిలో (52°. సి.) చెఱకు ముచ్చెలను అర్థగంట సేపుకాని లేక 64° సి. గల వేడిగలి తగిలే ఓవెన్లో 8 గంటల సేపుగాని ఉంచిన విత్తనమును, శుద్ధిచేసి నాటవలెను.

IX. పొగాకు :

1. మాగుడు తెగులు (డాంపింగ్ ఆఫ్) :

ఈ తెగులు ఒత్తుగా పోసిన నారు మడులలో వస్తుంది. మొక్క మొదల కుళ్లి, మడుచుకొని, నల్లబారి ఆకస్మాత్తుగా చ పోతుంది. నారుమడిలో అక్కడక్కడ చాల మొక్కలు చనిపోతాయి.

నివారణకు : నీరు నిలువని నేలను ఎన్నిక చేసి భూమిట్టానికి కనీసం 10 సెంటీ మీటర్లు ఎత్తుగా మట్లకట్టి, ఆ మళ్ళమీద నారుపోయాలి. నారుపలు చగా పోయాలి. విత్తనం చల్లిన 18 రోజుల తర్వాత ప్రారంభించి 1 శాతము బోర్డో మిశ్రమము అనే ద్రావకమును 15 రోజుల కొకసారి చొప్పున 3 సార్లు పిచికారి చేయాలి. వర్షాలు పడుతున్న రోజులలో వర్షం పడిన వెంటనే లేక మరుసటి రోజునే పిచికారి చేయాలి.

2. వైరస్ తెగుళ్లు :- మొజాయిక్ అనే తెగులవలన ఆకులో అచ్చటచ్చట ఆకు పచ్చని పదార్థ పోయి పసుపు పచ్చని మచ్చలు ఏర్పడుతాయి. తెగులు తగిలిన ఆకులను క్యూరింగ్ చేసిన పుడు మాడిపోతాయి.

3. నీతాఫలం తెగులు : (శీఫ్ రిక్ట్) ఈ తెగులు వలన ఆకు చిన్నదై ముడుచుకుంటుంది.

మొక్క పెరుగుదల ఆగిపోతుంది. ఆకు ఆడుగు భాగం నుండి వేరొక చిన్న ఆకు పుడుతుంది. రింగు స్పృహ అనే తెగులువలన ఆకుల మీద చక్రాలవంటి మచ్చలు ఏర్పడుతాయి.

నివారణకు : వైరస్ తెగుళ్ళు తగిలిన మొక్కలను తీసి కాల్చి వేయాలి తెగుళ్ళను విస్తరింప జేసే పురుగులను నివారించడానికి కార్బరిక్ 50 శాతము 2 కిలోలు పిచికారి చేయాలి. పొలంలో పనిచేయువారు, పనిచేసే ముందు తర్వాత కూడ, కాళ్లు చేతులు సబ్బుతో శుభ్రముగా కడుగుకోవాలి. పనిచేస్తుండగా పొగ త్రాగకూడదు.

4. పొగమల్లె - (టర బాంకీ) ఇది పొగాకు మొక్క వేర్లమీద పరాన్నభోక్త (గూడ్ ఫే సైడ్).

నివారణకు : పొగాకు జాతి కైర్లు అనగా వంగ, టమాటో మొదలగువానిని ఆ తెగులు తగిలిన పొలములో 8 సంవత్సరాలపాటు వేయడం మానివేయాలి. ఈ మల్లె మొక్కలను పూతకు రాకమునుపే తీసికాల్చి వేయాలి. పొగాకు నాటిన 4 లేక 5 వారాల తర్వాత ఒక లీటరు నీటిలో ఒక మిల్లీ లీటరు చొప్పున ఎత్తైల్ ఆల్కహాల్ కలిపి పిచికారి చేస్తే, 3 రోజులలో మల్లె మొక్కలు చనిపోతాయి. తర్వాత 2,3 వారాలకు ఒక లీటరు నీటిలో 2 మిల్లీ లీటర్ల చొప్పున ఎత్తైల్ ఆల్కహాల్ కలిపి పిచికారి చేసినట్లుంటే మొలకెత్తుతూన్న మల్లెమొక్కలు చనిపోతాయి.

డా॥ డి. గోపాలరాజు.



# 171. వ్యవసాయ పనిముట్లు; యంత్రములు

ప్రస్తుత కాలములో ప్రతి ఎకరము భూమినుండి ఎక్కువ పంట పండించుటకున్ను, ఏడాదికి రెండు లేక మూడు పంటలు సాగుచేయుటకున్ను, కృషి జరుగుచున్నది. ఈ కృషిసాఫల్యము కొరకు మంచి రకముల విత్తనములు, ఎరువులు, క్రిమి సంహారక మందులు మొదలగు పెట్టుబడులతో పాటు వ్యవసాయ పరికరములు, యంత్రముల వాడుక కూడ అవసరమగు చున్నది. నీటి పారుదల సౌకర్యమున్న ప్రాంతములలో ఏడాదికి రెండు లేక మూడు పంటలు సాగుచేయుటకు పొలమును దున్ని విత్తనము వేయుటకు, పంటకు పంటకు ఉన్న మధ్యకాలము తగ్గుచున్నది. వర్షాధారపు ప్రాంతములలో భూమిలో నున్న తేమను సద్వినియోగము చేసుకోవలయును. ఇందుకుగాను మేలైన వ్యవసాయ పరికరములు, ఆధిక శక్తిగల యంత్రముల ఉపయోగము చాల అవసరము. ఆభివృద్ధి చెందిన దేశములైన జపాను, బ్రిటను, అమెరికా లలో ఒక హెక్టారుకు 1.5 నుండి 2.0 హెచ్.పి శక్తి నుపయోగించి 3 నుండి 5 టన్నుల పంటను పొందుచున్నారు. మన దేశములో సాంద్ర వ్యవసాయ పద్ధతుల నవలంబించిన పశ్చిమ గోదావరి, లూథియానా జిల్లాలలో ఒక హెక్టారుకు 0.5-0.8 హెచ్.పి శక్తి నుపయోగించి 2 టన్నుల పంటను పొందగలిగిరి. కాని ప్రస్తుతము మన దేశములో ఒక హెక్టారు సాగు చేయుటకు ఉపయోగించు శక్తి 0.8 హెచ్.పి మాత్రమే. దీనిని కనీసము 0.7 హెచ్.పి. కు పెంచుటకు గాను ఇప్పుడు లభించు 480 లక్షల హెచ్.పి కంటే అదనముగా 800 లక్షల హెచ్.పి. కావలసి యున్నది. ఇంత మొత్తము శక్తిని వృద్ధిచేయుటకు జనసంపద, పశు సంపద, వృద్ధిచేయుటవల్ల జరిగే పనికాదు. వ్యవ

సాయమునకు కావలసిన యంత్ర శక్తి వృద్ధిచేయుటకు ట్రాక్టర్లు ప్రధానమై వి.

## 1. ట్రాక్టర్లు :

వ్యవసాయమున ఉపయోగపడు ట్రాక్టర్లు రెండు రకములు. రెండు చక్రముల ట్రాక్టర్లు, మరియు నాలుగు చక్రముల ట్రాక్టర్లు. రెండు చక్రముల ట్రాక్టర్లని పవరు ట్రిల్లరు అందురు. పవరు ట్రిల్లరులు 7 నుండి 12 హెచ్.పి వరకు మన దేశములో తయారగు చున్నవి. ప్రస్తుతము ఇవి మెట్ట భూములలో కంటే మాగాణి భూములలో ఎక్కువ ఉపయోగపడుచున్నవి. వరి చేలలో పవరు ట్రిల్లరుతో దమ్ము చేయుటవల్ల, పని త్వరగా జరుగుటయేగాక భూమిలోనికి ఇంకిపోవు నీటి పరిమాణము తగ్గినది, మరియు పంట దిగుబడి పెచ్చినదని ఆంధ్రప్రదేశ్ వ్యవసాయ విద్యాలయ పరిశోధనవల్ల తేలినది.

ప్రస్తుతము మన దేశములో ఎక్కువగా తయారగు ట్రాక్టర్లు Massy Ferguson 1035, Escort 37, International B 275 మరియు 486, Hindustan 35 మొదలగునవి. ఇవి 35 హెచ్.పి. శక్తి కలిగి యున్నవి. పొలమును దున్ని మడి తయారుచేయుట, పంటలను నూర్చుట, నీరు తోడుట, రవాణా మొదలైన పనులకు ట్రాక్టర్లను ఎక్కువగా ఉపయోగించుచున్నారు. 30 హెచ్.పి. ట్రాక్టరు 11 హెక్టార్ల కమతములోను, 20 హెచ్.పి. ట్రాక్టరు 9 హెక్టార్ల కమతములోను పొదుపుగా పనిచేయునని పరిశోధనలవల్ల తేలినది.

ట్రాక్టర్లను, పశువులను ఉపయోగించి వ్యవసాయపు పనులు చేయుటకు అనేకమైన పరికరములు వాడుకలో నున్నవి. వాటిలో ఎక్కువగా వాడుకలో నున్న కొన్ని పరికరముల గూర్చి ఇచ్చట పొందుపరచటమైనది.

## 2. నాగళ్లు

నాగళ్లు రెండు రకములు: మోల్లు బోర్డు నాగలి, డిస్కు నాగలి. భూమి శోపం రాళ్ళు చెట్లు, వేళ్ళులేని నేలలలోను, నల్ల నేలలలోను, మోల్లు బోర్డు నాగలి బాగుగా పని చేయును. ఈ నాగలి మట్టిని బాగా తిరగవేసి పై మట్టిని క్రిందకు, క్రింది మట్టిని పైకి తెచ్చును ఇందువల్ల వైరు మొదళ్లు, కలుపు మొక్కలు మట్టిలో కప్పబడి పోవును. పైరుకు హాని కలిగించు భూమిలో నుండు కొన్ని కీటకములు పైకి తేబడి సూర్యరశ్మికి నశించును. ఎర్రనేలలోను, చల్కా నేలలలోను డిస్కునాగలి బాగా పని చేయును. ఈ నాగలి కూడ కొంత వరకు మట్టిని తిరగవేయును. ఈ నాగళ్ళను ట్రాక్టర్లతో గాని, పశువులతో గాని నడుపవచ్చును. ట్రాక్టరుతో నడుపబడు వాటిలో 2, లేక 3 నాగళ్లు ఒకే చక్రమునకు అమర్చబడి యుండును.

## 3. డిస్కు హారో

భూమిని నాగలితో దున్నిన తరువాత గడ్డలను నలుగగొట్టుటకు డిస్కు హారో నడుప వలయును. దీనిని కూడ ట్రాక్టరుతో గాని, పశువులతో గాని, నడుప వచ్చును. ఒకసారి నిలుపుగాను, తిరిగి అడ్డముగాను నడిపిన మట్టిగడ్డలు బాగుగా నలుగును.

## 4. పళ్ళ హారో (Spine tooth Harrow)

ఇది తేలిక నేలలో బాగా పనిచేయును. మట్టి గడ్డలను పగలగొట్టి భూమిని చదును చేయును. వీటిలో కూడ ట్రాక్టరుతో గాని, పశువులతో గాని నడుప బడునని దొరుకును.

## 5. ఫ్లోటు (Float)

దీనిని నీటి పారుదలగల మెట్టభూములలో చాం బాగుగ ఉపయోగించ వచ్చును, దీనిని ఉపయో

గించుటవల్ల భూమిని దున్నినప్పుడు ఏర్పడు మెట్ట పల్లములు చదును చేయబడును. అందువల్ల పొలములో నీటి పారుదల సౌలభ్యముగా జరుగును. పొలములో విత్తనము వేయుటకు ముందు దీనిని ఉపయోగించుదురు. దీనిని వాడుటకు పొలము పెద్ద మదులుగా ఉండవలెను. చిన్న మడులలో దీనిని త్రిప్పుట కష్టము.

## 6. గట్టు వేయు సాధని (Bund Former)

దీని సహాయమున పొలములో గట్టు వేయవచ్చును. పొలము పెద్ద మడిగానున్న నీరు కట్టుట కష్టము. అందువల్ల పెద్ద మడిలో మధ్య మధ్య గట్టు వేయుటవల్ల నీరు పెట్టుటకు సౌకర్యముగా నుండును.

## 7. రిడ్జి నాగలి (Ridge Plough)

చెఱకు, ప్రత్తి, మొక్కజొన్న మొదలగు పైరులను వేయుటకు, బోదెలు, కాలువలు ఏర్పడు నట్లు చేనును తయారు చేయుదురు. ఇందుకుగాను రిడ్జి నాగలిని ఎక్కువగా ఉపయోగింతురు. ఈ పనికి గట్టువేయు సాధని (Bund Former) ని కూడ ఉపయోగించ వచ్చును.

## 8. విత్తనము, ఎరువు ఒకేసారి వేయు గొర్రు (Seed cum Fertilizer drill)

ఎరువులను-ప్రత్యేకముగా భాస్వరపు ఎరువులను- భూమిపై చల్లుటకంటే, భూమిలోపల ఒక నిర్ణీత రీతిలో విత్తనము కన్న 2 అంగుళములు లోతుగా వేయుటవల్ల పంట దిగుబడి చాల ఎక్కువగును దీని నుపయోగించి గోధుమలు, జొన్నలు, సజ్జలు, వడ్లు, కసుమ, మొక్కజొన్న, వేరుసెనగ, మొదలగు పైర్ల విత్తనాలను ఎరువుతో కూడ ఒకేసారి వేయవచ్చును.

### 9. దమ్ము నాగలి : (Puddler)

వరిపైరు నాటుటకు ముందు పొలమును బాగుగా దమ్ము చేయుదురు. పొలము దమ్ము చేయుటవల్ల, మట్టి మెత్తబడి వరినారు నాటుటకు అనువుగా నుండును. మరియు 6 లేక 8 అంగుళముల క్రింద భూమి గట్టిపడి సీరు భూమితోనికి యింకి పోకుండ భూమిపై నిలువ ఉండునట్లు చేయును.

### 10. పంటలను నూర్చు యంత్రము (All crop thresher)

ఈ యంత్రము సుపయోగించి వడ్డు, గోధుమలు, జొన్నలు, మొక్కజొన్నలు, మొదలగు పైర్లను నూర్చవచ్చును. ఈ యంత్రముతో పంటను నూర్చి, తూర్పార బట్టి, శుభ్రమైన గింజలను సంచల లోనికి పట్టుకొన వచ్చును. ఈ యంత్రమును నడుపుటకు 8 హెచ్.పి. శక్తి కావలయును. ఈ యంత్రపు సామర్థ్యము వేరు వేరు పంటలకు అనుగుణంగా దిగువ చూపబడినది:

పైరు	ఒక గంటలో నూర్చు దాన్యము (క్విట్టాట్)	ఒక క్వింటాలు దాన్యము నూర్చుటకు ఖర్చు
వరి	5-8	రు. 3-00
జొన్నలు	7-8	రు. 2-20
గోధుమలు	4-5	రు. 3-75

### 11. వేరుసెనగ పైరు పీకు యంత్రము : (Groundnut Puller)

ఈ యంత్రము వేరుసెనగ మొక్కలను భూమి నుండి పెరిగి ఒక తొట్టెలోనికి వేయును. ఈ యంత్రము ఒక రోజుకు 0.6-0.7 హెక్టారు విస్తీర్ణము వేరుసెనగ పైరును, ఒక జత ఎడ్ల సహాయముతో పీక గలదు. తేమలేని గట్టి నేలల్లో కూడ ఇది పనిచేయగలదు.

పి. వి. నారాయణ.

## 172. వ్యవసాయ ఆర్థికములు

వ్యవసాయ కమతము ఒక ఆర్థిక, సాంఘిక వ్యవస్థ. శాస్త్రపద్ధతుల ద్వారా కమతములను వ్యాపార రీతులలో నిర్వహించడము రైతులకు అలవాటు కాలేదు. వ్యవసాయము జీవనోపాధికే కాక లాభ రీత్యా నిర్వహించడము చాలా ప్రధానమైనది. ఇటీవల రూపొందింపబడ్డ డిగుబడి పంగడాలవల్లనూ, ఆధునిక వ్యవసాయ పద్ధతులు అవలంబించడం వల్లనూ భారతీయ రైతులు లాభనష్టాల విషయంగా ఆర్థిక అసక్తి కనబడుతున్నారు. ఇట్టి పరిస్థితులలో వ్యవసాయరంగంలో ఉత్పత్తి పెంచి హెచ్చు ఆదా

యమును పొందటానికి ముఖ్యములైన ఆర్థికశాస్త్ర సూత్రముల అవగాహన ఎంతైనా అవసరము. కమతాల నిర్వహణ, కమతాల వ్యాపార వ్యవహార విశ్లేషణ - ఆనేవి వ్యవసాయ ఆర్థికశాస్త్రంలోని రెండు ప్రధాన అంశాలు.

### కమతాల నిర్వహణ శాస్త్రము :

చాలినంతగా లేక వివిధ రకములుగా ఉపయోగ పడు ఉత్పాదకకారకములతో, కమతముల నిర్వహణలో ఎక్కువ లాభము సాధించుటనూ, రైతు సంసారమునకు తగు ఆదాయమును తృప్తిని ఇచ్చు

శాస్త్రీయ పద్ధతులలో వ్యవసాయ రంగమున తగిన నిర్ణయములనూ, సులువుగ గ్రహింప వీలు కలుగ జేయునదియే కమతముల నిర్వాహణ విజ్ఞానము. ఎంత పండించడము, ఏమి పండించడము, ఎట్లా పండించడము, ఎక్కడ కొనడము, ఎక్కడ అమ్మడమన్న విషయములలో నిర్ణయములు తీసుకొనుట యందును ఈ విజ్ఞానము రైతుకు సహాయపడును. కమతముల నిర్వహణ విజ్ఞానము, నిర్ణయము తీసుకొనుటయందు వివిధ వ్యవస్థలను సంఘటితపరచి, ఉన్న ఉత్పాదకములను, సరియైన పద్ధతులలో ఉపయోగించి ఉత్పత్తిని పెంచి ఎక్కువ లాభములను సంపాదించుటకు సహాయపడును. వీటిని పొందుటకు ఎన్నియో ఆర్థిక సూత్రముల అవగాహన అవసరము. ఎంత, ఎక్కడ, ఎట్లా అన్న సంశయములను తీర్చి ఎక్కువ లాభములు పొందుటకు ఈ క్రింద సూత్రములు సహాయపడును.

### 1. చరానుపాత సూత్రము (Principle of Variable Proportions) :

ఈ సూత్రము ఉత్పత్తి విషయంగా ఉత్పాదక ఉత్పత్తుల సంబంధాన్ని తెలియజేస్తుంది. కొన్ని ఉత్పత్తి సాధనాలను స్థిరంగా ఉంచి, మరికొన్నిటిని మారుస్తూ ఉండే వస్తూత్పత్తి మారుతుంది. మొదటిలో ఉపాంతపు ఉత్పత్తి (Marginal output) పెరిగి కొంతకాలము తరువాత ఉపాంతపు ఉత్పత్తి తగ్గుతుంది. అంటే మొత్తం వస్తూత్పత్తి పెరిగి ఒక దశ తరువాత తగ్గిపోతుంది.

ఈ సూత్రము ఆధారంగా పంట ఉత్పత్తిలో మొత్తం ఉత్పత్తి క్షీణించే రీటులో (Diminishing returns) పెరుగుతాయని గుర్తించవలెను. ఉపాంత ఉత్పత్తి విలువ ఉపాంత వ్యయము కంటే ఎక్కువ ఉన్నంతవరకు చర వ్యయాల (Variable factors)ను పెంచుచేసి మొత్తము ఉత్పత్తిని ఎక్కువ చేయవచ్చును.

### 2. ఉపాంత సూత్రము (Principle of marginalism) :

ఎంతవరకు ఉత్పత్తిని లాభస్థాయిలో పెంచ వచ్చునన్నది తెల్పడమే ఈ సూత్రపు ముఖ్యోద్దేశము. ఉత్పాదకముల ఉపయోగమును పెంచ నప్పుడు పెరిగిన ఖర్చు, పెరిగిన ఆదాయమునకు సమానముగా నుండవలెను. అనగా కొద్దిగా లాభము ఉన్నంతవరకూ ఉత్పత్తిని పెంచవచ్చును. ఎక్కడైతే ఉపాంత వ్యయము, ఉపాంత రాబడికి సమానమో అక్కడ లాభముకూడ అధికము. ఉత్పత్తిని ఆ స్థాయి వరకే పెంచవచ్చును. ఒకవేళ ఉత్పత్తిని ఈ స్థాయి తరువాత పెంచిన లాభము తగ్గిపోవును. ఉపాంత రాబడి, ఉపాంత ఖర్చు సరిసమానమైనప్పుడు వ్యయము తక్కువ, లాభము పెచ్చు.

### 3. ప్రత్యామ్నాయ సూత్రము (Principle of Substitution) :

ఏ ఏ ఉత్పత్తి స్థాయిలో ఏ ఏ రీతిగా ఉత్పత్తి కారకాలు (inputs), ఉత్పత్తి విధానాలు పాటించ వలెనన్నది ఈ సూత్రము ప్రధానంగా తెలియజేస్తుంది. దీని ప్రకారంగా ఉత్పత్తి స్థాయిని పెక్కు రీతులుగా పొంద వీలున్నప్పుడు దేనివల్ల ఎక్కువ లాభము వీలుపడునో దానినే ఉపయోగించవలెను. అదే రీతిగా పెక్కు ఉత్పాదకములున్నప్పుడు, దేనిని ఉపయోగించిన ఎక్కువ లాభము వీలుగనో దానిని వాడవలెను ఉత్పత్తి స్థాయిని పొందటానికి కూడ ఏ ఏ ఉత్పాదక సంబంధముగాని ఉత్పత్తి విధానాలుగాని అవలంబించడం వల్ల తక్కువ వ్యయము కాగలదో ఆలోచించి ఉత్పత్తిని సాధించవలెను. ఉత్పత్తి వ్యయమును తగ్గించడము - మూల్య అపకాళముల బట్టి, ఉత్పాదకముల వ్యయములను బట్టి, ఉత్పత్తి ధరలను బట్టి - మారుచుండును.

పై సూత్రముల నాధారముగా ఉపాంతక ప్రత్యక్షమైన రేటు ఉత్పాదకముల ధరల నిష్పత్తికంటే ఎక్కువ ఉన్నప్పుడు హెచ్చుగా వాదిన ఉత్పాదకముల వాడకమును ఎక్కువచేసి ఉత్పత్తి తగ్గించవచ్చు.

ప్రత్యక్షమైన నిష్పత్తి, ఉత్పాదక ధరల నిష్పత్తి విలువలు సమానమైనప్పుడు ఉత్పత్తి వ్యయము కనిష్ఠము, లాభము గరిష్ఠము.

#### 4. సంఘటిత వ్యవస్థా సూత్రము (Principle of Combining Enterprises) :

ఉత్పత్తిదారుని వద్ద స్వల్పముగా ఉత్పాదక మున్నప్పుడు దానిని తగురీతిలో వివిధ వ్యవస్థలమీద వినియోగించి అధిక లాభమును పొందుటకు ఈ సూత్రము సహాయపడును. ఉత్పత్తిదార్లు వివిధ వ్యవస్థలవల్ల ఉత్పత్తి పొందవచ్చును (ఉదా॥ కోళ్ళ పెంపకము, పాల ఉత్పత్తి వగైరా). ఇటువంటి వ్యవస్థలవల్ల ఎంతవరకు ఉత్పత్తిని సాధించవచ్చును, ఏ వ్యవస్థ ఉత్పత్తిని చేబట్టవచ్చు నన్న విషయములో నిర్ణయానికి రావలసి యుండును. దేని ఉత్పత్తి తగ్గించవలసింది, దేనిని హెచ్చించ వలసి నది, వివిధ ఉత్పత్తుల విలువల తారతమ్యముల మీద, వివిధ వ్యవస్థలమీద, ఉత్పాదక ధరలమీద ఆధారపడి యుండును. ఏ వ్యవస్థల కూడలి ఎక్కువ లాభమిచ్చునన్నది, దీని సారాంశము. వివిధ వ్యవస్థలు ఈ క్రింది విధముగా యుండ వచ్చును.

#### 1. ప్రత్యేక వ్యవస్థలు : (Independent Enterprises)

వీటి విషయములలో ఉత్పత్తి ఏ ఒక్క వ్యవస్థ మీద ఆధారపడదు. వీటి ఉత్పత్తులు ప్రత్యేకమైన వని తలంచవలెను.

#### 2. ఉమ్మడి ఉత్పత్తుల వ్యవస్థలు : (Jo-

#### int Product Enterprises)

ఈ వ్యవస్థలలో ప్రధాన రాలుబడి, ఉపరాలు బడిని వేరు వేరుగా తీసుకొనక ఒకే వ్యవస్థగా పరిగణింపవలెను.

#### 3. స్పర్ధ వ్యవస్థలు : (Competitive enterprises)

ఇవి ఉత్పాదకముల ఉపయోగ విషయమున పోటీపడును. ఒక వ్యవస్థకు హెచ్చు ఉత్పాదకములు వాదిన యింకొక వ్యవస్థ ఉత్పత్తి తగ్గును. ఉదా॥ (Pesciculture, Sheeprearing, Poultry etc) ఇటువంటి విషయమున 1. ఉత్పత్తుల ధరలు 2. వ్యవస్థ ప్రత్యక్షమైన రేటు, 3. ఉత్పాదకముల ధరలు, - అనువానిని ముఖ్యముగా గమనించవలెను.

వ్యవస్థా ప్రత్యక్షమైన రేటు తగ్గినప్పుడు, స్థాయిగా యున్నప్పుడు, ఒకే వ్యవస్థ ఉత్పత్తి హెచ్చుచేసి లాభము పొందవచ్చును. ప్రత్యామ్నాయ రేటు హెచ్చునప్పుడు వివిధ వ్యవస్థల ఉత్పత్తి, వాటి ధరల నిష్పత్తికి సమానమగు వరకు పెంచి లాభమును పొందవచ్చును.

#### 4. పరస్పరానుభూతి వ్యవస్థలు : (Supplementary Enterprises)

ఏ ఒక్క ఉత్పత్తి హెచ్చు చేసిన యింకొక ఉత్పత్తిలో మార్పులేక మొత్తము మీద ఎక్కువ లాభమును చూపగలుగునో అట్టి దానిని పరస్పరానుభూతి వ్యవస్థ అని వ్యవహరించ వచ్చును. ఉదా॥ కోళ్ళ పెంపకము, పండుల పెంపకము, పాడి పరిశ్రమ వగైరా. కమతములో ఉత్పత్తి అయిన పశు గ్రాసము, పాడి పశువులకు ఉపయోగపడి మొత్తము మీద లాభమును హెచ్చు చేయును. వీటిలో ఈ పరస్పరానుభూతి ఉన్నంత వరకు ఉత్పత్తి హెచ్చు చేయవచ్చును.

## 5. పరస్పర అనుబంధ వ్యవస్థలు (Complementary Enterprises):

ఇటువంటి సంబంధమందు కొన్ని ఉత్పాదకాలను ఇతర వ్యవస్థలకు మార్చినందువల్ల కమతము యొక్క ఉత్పత్తి ఎక్కువ అయి, ఎక్కువ లాభము పొందవచ్చును. ఇటువంటి సందర్భములలో పరస్పర సంబంధ స్థితి మారనంతవరకు రెండు వ్యవస్థల ఉత్పత్తిని సాగించవచ్చును. ఎప్పుడు ఈ సంబంధము మారునో అప్పుడు లాభము సన్నగిల్లును. ఉదా॥ వ్యవసాయమున రెండు మూడు పాడి పశువులవల్ల పొచ్చు లాభము పొందవచ్చును. కాని పశువుల సంఖ్య పొచ్చుచేసిన పరస్పర అనుభూతి మారును.

వ్యవసాయ ఆర్థిక విషయ పరిజ్ఞానమందు వ్యవసాయ వ్యవహార విశ్లేషణ మరొక భాగము.

## వ్యవసాయ వ్యవహార విశ్లేషణ (Farm business analysis) :

1. వ్యవసాయ కృషిలో సాధింపబడ్డ అభివృద్ధిని దృష్టిలో ఉంచుకొని, దానిని మరింతగ అభివృద్ధి చేయుటకు వీలగు తీరుతెన్నుల వింగడించుటయి వ్యవసాయ వ్యవహార విశ్లేషణ యొక్క ధ్యేయ విషయము. ఇట్టి విశ్లేషణకు ఉత్పాదకముల పద్ధతులు, ఖర్చు పద్ధతులు అవసరము.

## ఉత్పాదకముల పద్ధతులు :

వీటిలో ముఖ్యమైనవి :-

1. ఉత్పత్తి పద్ధతి (Production Record)
2. కూలీల పద్ధతి (Labour Record)
3. పనిముట్ల పద్ధతి (Implements Record)
4. సరకుల సరఫరా పద్ధతి (inventory of Supplies)
5. పశు గ్రాసము పద్ధతి (Feed inventory)

## ఖర్చుల పద్ధతులు (Financial Records) :

వీటిలో ముఖ్యమైనవి :-

1. కమతముల మూల సరఫరా పద్ధతి (Land record inventory)
2. సగటు ఖర్చుల పద్ధతి (Cash Expenses)
3. రాబడి పద్ధతి (income receipts)
4. నికర ఆస్తి జాబితా (Net work Statement)

పై కమతముల పద్ధతులు (Farm records) కమతముయొక్క నిర్వహణ సామర్థ్యమును తెలుసుకొని మార్పులు తేవడానికి సహాయపడును. కమతముల నిర్వహణ సామర్థ్య కొలమానము ఉత్పాదకములు ఏ రీతిగా ఉపయోగపడు చున్నదీ తెలియజేయును. ఉపయోగ విషయమున ఉన్న పౌరజాప్తును చూపి సరియైన మార్గము తెలుపుటకు సహాయపడును. దీని ద్వారా ఏ ఉత్పాదకము సగటు పరిమాణమునకు ఎక్కువ ఉత్పత్తి విలువను చూపునో అది చాలా సామర్థ్యముగా ఉపయోగ మగుచున్నదని తెలుసుకొన వచ్చును. పై విషయమేగాక, ఇతర విధములుగా కూడ కమతము ఆర్థిక సామర్థ్యమును తెలుసుకొన వచ్చును. కమతపు సామర్థ్య విశ్లేషణ విషయమున ఈ క్రింది కొలమానములు వాడుకలో ఉన్నవి.

## 1. దిగుబడి సామర్థ్యము :

ఎ. భూఉపయోగ సామర్థ్యము

(Land use efficiency) :

ఈ సామర్థ్యము కనుగొనుటకు పలుమార్గములు కలవు. అవి : ఒక కమతము యొక్క ఎకరపు సగటు దిగుబడిని, అనగా కమతము ఉత్పత్తి సామర్థ్యమును ఇతర కమతముల దిగుబడితోపోల్చి ఎంతశాతము ఎక్కువ లేక తక్కువ అని తెలుసుకోవచ్చును. ఉదా॥ రామయ్యయొక్క కమతము ఎకరము సగటు దిగుబడి 21 క్వంటాక్లకాగా, పరిసర ప్రాంతముల సగటు ఉత్పత్తి 15 క్వంటాక్ల, అయినప్పుడు రామయ్యయొక్క కమతపు ఉత్పత్తి

సామర్థ్యము =

$$\frac{21}{15} \times 100 = 140 \text{ శాతము.}$$

అనగా రామయ్య యొక్క కమతపు ఉత్పత్తి పరిసర కమతాల ఉత్పత్తి కంటే 40 శాతము హెచ్చు.

బి. పంట దిగుబడి సూచిక

(Crop yield index):

అన్ని పంటల దిగుబడి సూచికను ఇతరుల పంట దిగుబడి సూచికతో పోల్చి శాతములో చూపుట.

సి. పంట సాగుబడి సాంద్రత

(Intensity of Cropping) :

దీని సహాయమున ఏకకాలములో ఎంతవరకు కమతములోని భూమి పంట సాగుబడికి ఉపయోగ పడినది తెలుసుకొన వచ్చును.

పంట సాగుబడి సాంద్రత =

$$\frac{\text{పంట సాగుబడి విస్తీర్ణము}}{\text{సాగుబడి భూమి}} \times 100$$

## 2. వ్యయ నిష్పత్తులు (Cost Ratios)

ఈ నిష్పత్తుల ధరలు ఉత్పత్తుల సంబంధమును మూల ధనమునకు, రాబుబడికి గల సంబంధమును మరియు మూలధనము మీద దిగుబడి రేటును, తెలియజేయును. వీటిలో ముఖ్యమైనవి -

ఎ. చర వ్యయ నిష్పత్తి (Operating cost Ratio) :

చర వ్యయము మొత్తము లాభములో ఎంత భాగమో ఇది తెలియజేయును. మొత్తము చరవ్యయమును మొత్తము లాభముచే భాగించగా ఇది వచ్చును. దీనిని నిష్పత్తిగను, శాతముగను, సూచించవచ్చును.

బి. స్థిరవ్యయ నిష్పత్తి (Fixed cost Ratio):

మొత్తము లాభములో స్థిరవ్యయము ఎంత భాగమో ఇది తెలియజేయును. స్థిర వ్యయమును లాభముచే భాగించగా ఇది వచ్చును. దీనిని శాతము గను నిష్పత్తిగను, సూచించ వచ్చును.

సి. ఉత్పాదక-ఉత్పత్తి నిష్పత్తి (input output Ratio):

ఉత్పాదకములకగు ఒక రూపాయ ఖర్చుకు వచ్చు ఉత్పత్తి విలువకు గల సంబంధమును ఇది తెలియజేయును. దీనివల్ల ఒక రూపాయ పెట్టుబడికి రాబడి ఎంత అనునది స్పష్టమగును. ఉత్పత్తి రాబడిని ఉత్పత్తి ఖర్చుచే భాగింపగా, ఈ నిష్పత్తి లభించును.

3. రాబడి - నికర లాభముల సామర్థ్య కొలమానములు: (Receipts and net income measures)

రాబడి, లాభముల విషయమున సామర్థ్యమును తెలియజేయుటకు వివిధ కొలమానములు కలవు. వీటిలో ముఖ్యమైనవి:

1. నికర నగదు రాబడి.
2. కమతము నికర రాబడి.
3. కుటుంబ వ్యవసాయ పనివారల వేతన రాబడి.
4. నిర్వహణ రాబడి.
5. మరియు వేతనముల పెట్టుబడి మీద రాబడి రేటు.

పి.వి. పార్థసారథి.

## 173. సహకారము, పెట్టుబడి, వ్యాపారము.

సహకారమునగా పరస్పర సహాయము. ఒక వ్యాపార సంస్థగా వ్యవహరింప బడుచున్న ప్రతి ఆర్థిక వ్యవహారమందు అన్యోన్య సహకారము అవసరము. సహకార సంస్థలో అన్యోన్య సహాయము లాభమునకు మాత్రమే కాదు; వ్యక్తుల ఆదర్శము నకును పాఠాన్యము కలదు. ఆర్థికముగా వెనుక బడినవారు తమ ఆర్థిక సంపత్తిని, నైతిక జీవితమును, ఆభివృద్ధి చేసుకొనుటకు సభ్యులగుదురు. సభ్యత్వమునకు అందరు అర్హులు. సభ్యత్వము విధిగా తీసుకొన పనిలేదు. ఈ సంస్థలు ప్రజాస్వామ్య సిద్ధాంతములను ఆధారము చేసుకొని వ్యవహరించును. వ్యక్తులు వ్యక్తులుగా గౌరవింపబడుదురు. ఆర్థిక స్థామిత, అంతస్తులు అడ్డురావు. అందరికీ సమానమైన హక్కులు బాధ్యతలు వుండును. వ్యక్తి వంటిదిగా సంపాదించలేని దానిని, ఇతరుల సహకారముతో ఇతరులకు సహాయపడుచు తాను సంపాదించుటకు ఇందు వసతికలదు. అనాదిగా ప్రభుత్వపు ఆదరణగాని ప్రమేయముగాని లేకనే గ్రామ జీవితములో సహకార భావము పెంపొందింపబడినది. ఈనాడు ఉత్పత్తి దారుల సంఘములున్నవి. వినియోగదార్ల సంఘములున్నవి; దోకు వ్యాపారుల సహకార సంఘములున్నవి; వ్యవసాయ ఉత్పత్తి సంఘములు, ఉద్యోగుల సహకార సంఘములు, వ్యాపారస్తుల పరపతి సహకార సంఘములు, మరియు అనేక సహకార సంఘములును క్రమేణా వెలసినవి.

మన దేశములో ప్రభుత్వ ఆదరణతో 1904 నుండి సహకార సంఘములు చట్టరీత్యా వెలసినవి. 1904 భారతదేశపు సహకార చట్టరీత్యా పరపతి నిచ్చుటకు సహకార సంఘములు ప్రథమముగా వెలసినవి. ఈ సంఘములు గ్రామీణ సంఘాలుగా,

పట్టణ సంఘములుగా, విభజింపబడినవి. గ్రామీణ సహకార సంఘములు జర్మనీలోని రై ఫెసేన్ సహకార సిద్ధాంతముల నాధారము చేసుకొని వెలసినవి. వీని ఆపరిమిత బాధ్యత పరపతి, సభ్యులపరిమిత పరపతి, మొదలైనవి మూలసూత్రములు. ఆటకాక, పట్టణ సహకార సంఘముల సభ్యత్వమునకు షేరు, రుసుము, చెల్లించవలెను. సభ్యుల బాధ్యతలు పరిమితము. ఈ సంఘ సిద్ధాంతములకు షుల్ట్ డెలిట్టే సంఘ సిద్ధాంతములు ఆధారములు.

మన దేశములో 1912 వ సంవత్సరమున సహకార చట్టము నవరింపబడినది. దీని ఆధారముగా పలువిధములైన సహకార సంఘములు ప్రారంభింపబడెను. గ్రామీణ పరపతి సంఘములకు, పట్టణ సహకార సంఘములకు పరపతి చేకూర్చుటకు జిల్లా రాష్ట్రస్థాయిని పెద్ద సహకార సంఘములు ఏర్పడెను. సహకార సంఘములు గ్రామీణ, పట్టణ సంఘములుగా విభజింపబడక, మితబాధ్యత, ఆపరిమిత బాధ్యత సంఘములుగా విభజింపబడెను.

1919 వ సంవత్సరమున సహకారము- కేంద్ర ప్రభుత్వ యాజమాన్యము నుండి-రాష్ట్ర ప్రభుత్వ యాజమాన్యమునకు మార్చబడెను.

ప్రస్తుతము సహకార సంస్థ లన్నింటిని-1. వ్యవసాయ సహకార సేవాసంఘములును 2. వ్యవసాయేతర సహకార సంఘములు అని విభజింపవచ్చును. వ్యవసాయ సహకార సంఘములను పరపతి సంఘములుగాను, ఇతర సంఘములుగాను, విభజింపవచ్చును. వ్యవసాయ రంగములో సహకార సంఘముల పాత్ర పరపతి రంగములో చాలా ప్రధానమైనది. వ్యవసాయదార్లకు, వ్యవసాయమునకు కావలసిన పెట్టుబడి, అభివృద్ధి పనులకు కావలసిన మూల



ధనము - సహకార సంస్థలనుండి - చాలావరకు సరఫరా చేయబడుచున్నది. స్వల్పకాల పరపతి నిచ్చుటకు గ్రామీణ సహకార సంఘములును, దీర్ఘ కాలిక ఋణములు యిచ్చుటకు తాలూకా భూమి తనఖా బ్యాంకులును ఆధారములుగ ఉన్నవి.

స్వల్పకాల పరపతి సంఘములను ప్రైమరీ (Primary) సహకార సంఘములు, బహుళార్థ (Multi Purpos) సహకార సంఘములు అనీ వేరువేరుగా గుర్తించవచ్చును.

**పెట్టుబడి :**

ఆదిగా వ్యవసాయము ఒక వృత్తిగా పేరునకు వచ్చినది. తొలుత ప్రధానంగా కుటుంబ అవసరాలకే ఉత్పత్తి జరిగింది. వినిమయాలకోసం ఉత్పత్తి జరగ లేదు. కాని కాలక్రమేణా వ్యక్తిగతంగా కోర్కెలు హెచ్చు కావడంవల్ల అన్ని కోర్కెలను తానే తీర్చ లేదు కాబట్టి వ్యక్తిగతంగా రైతులు తాము పండించే పంటను బయట వినిమయము చేయడం అవసర మయింది. వ్యవసాయదారుడు తాను పండించిన విత్తనాన్ని, పశువుల పెంటను పేడను ఉపయోగించి, కొయ్య నాగలితో తరతరాలుగా వచ్చిన అనుభవంతో, పంటలు పండించ గలిగాడు. కొద్ది కోర్కెలు వున్నంత వరకు అవసరాల నన్నింటిని తానే తీర్చుకోగలిగేడు. వ్యవసాయానికి పెట్టుబడి అవసరములేదన్న ఊహమీదే వుంటూ వచ్చాడు. కాని వ్యవసాయ ఉత్పత్తిలో మార్పులు వచ్చాయి. శాస్త్రీయ పద్ధతిలో వ్యవసాయముచేసి ఎక్కువ ఉత్పత్తి బొందటానికి బయటినుండి కావలసిన ఉత్పత్తి కారకాల అవసరము క్రమేణా ఎక్కువయింది. శాస్త్రీయ వ్యవసాయము అధికపెట్టుబడి అవసరమయిన వ్యవసాయమయ్యింది. ఈనాడు అధిక దిగుబడి విత్తనాలు, సంకరజాతి విత్తనాలు, రసాయనిక ఎరువులు, సస్యరక్షణ మందులు, యంత్రములు, ఆధునిక పనిముట్లు - అనేవాని మీద

వ్యవసాయము ఆధారపడింది. సాంప్రదాయముగా వున్న అనుభవముతో, ఎక్కువ పెట్టుబడి లేకుండ పంటలు పండించినచో ఉత్పత్తి ధర ఎక్కువవుతుంది.

వ్యవసాయానికి కావలసిన స్వల్పకాల పెట్టుబడి కాక, భూములు కొనుటకు, అభివృద్ధిచేసుకొనుటకు, బావులు, యంత్రసామాగ్రి, కంచె, మురుగు కాలువల కోసము దీర్ఘకాలిక పెట్టుబడులు అవసరము. ఇవికాక మాధ్యమిక పెట్టుబడి - ఎడ్డుకొనుటకు, చిన్న చిన్న పనిముట్లు కొనుటకు - అవసరము. మన దేశములో కమతములు చాలా ఓన్నవయినందున ప్రతి వ్యక్తికి వ్యవసాయ ఉత్పత్తి చాల తక్కువ; మరియు కుటుంబ అవసరాలు తీర్చిన తరువాత వ్యవసాయాభివృద్ధి పనులకు తగినంత పెట్టుబడి రైతు దగ్గర ఉండదు. కావలసిన పెట్టుబడికి వ్యక్తుల మీదకాని సంస్థలమీద కాని రైతు ఆధారపడ వలసియున్నది. ఇట్టి వ్యవసాయ పరపతి అవసరాలను మూడు విధములుగా విభజించవచ్చును.

**స్వల్ప కాల పరపతి :**

ఇది సాధారణముగా 5 నెలలు మొదలు 15 నెలలు కాలపరిమితి కలిగియుండును. ఈ పరపతి వ్యవసాయ ఖర్చులకు, కుటుంబ అవసరాలకు ఉపయోగపడును. అంటే, వ్యవసాయ ఉత్పత్తికి కావలసిన ఎరువులు, విత్తనములు, కూలీలకు ఇది ఉపయోగపడును. ఈ రకపు ఋణములను పంట అమ్మిన వెంటనే చెల్లించవలసి యుండును.

**2. మధ్యకాల పరపతి :**

15 నెలలు మొదలు 5 సంవత్సరముల లోపల చెల్లింపఁడు అప్పులు ఈ తరగతికి చెందినవి. ఇటువంటి అప్పులు సాధారణముగా - పశువులను, పనిముట్లను కొనుటకు, బావుల రిపేరుకు, భూమి అభివృద్ధి పనులకు - ఉపయోగింతురు. ఈ పరపతి

ఎక్కువ మొత్తమయినందువల్ల దఫాలు దఫాలుగా చెల్లించవచ్చును.

### 3. దీర్ఘకాల పరపతి :

5 సంవత్సరముల పైబడి చెల్లించు అప్పులు దీర్ఘకాలిక అప్పులు అనబడును. తరతరంగా వచ్చు అప్పును చెల్లించుకొనుటకు, వ్యవసాయాభివృద్ధికి, బావులు త్రవ్వించుటకు, విలువైన యంత్ర సామాగ్రికొనుటకు దీనిని వినియోగింతురు. వీటి విలువ ఎక్కువ కాబట్టి సంవత్సర వ్యవసాయ రాబడితో ఒక్కసారి చెల్లించుటకు వీలుపడదు. వీటిని కొన్ని సంవత్సరములలో అంచెలవారీగా చెల్లించ వచ్చును.

సహకార సంఘములన్నియు ఎక్కువగా స్వల్ప కాల పరపతికి పరిమితమైనవి. కాని భూమిని భావించినచో బ్యాంకులు దీర్ఘకాల పరపతిని వ్యవసాయాభివృద్ధి కోసము కల్పించుచున్నవి.

వ్యక్తులు, బంధువులు, కమీషను వ్యాపారులు, సహకార సంఘములు, ప్రభుత్వము, పెద్ద రైతులు, బ్యాంకులు-రైతులకు కావలసిన పరపతిని అందజేయుచున్నవి. వ్యక్తులనుండి తెచ్చు అప్పులకు వడ్డీ రేటు ఎక్కువ. అయినప్పటికి వ్యవసాయ పరపతితో ఎక్కువ శాతము వ్యక్తుల నుండియే వచ్చుచున్నది. సహకార సంఘములును, ప్రభుత్వమును చాలా తక్కువ శాతము అప్పును మాత్రమే యిస్తున్నవి. రానురాను రైతులకు కావలసిన అవసరాలన్నీ సహకార సంస్థలు, బ్యాంకులు అందజేయ వలెననియే ప్రభుత్వా భిప్రాయము.

1. సన్నకారు రైతుల అభివృద్ధి సంస్థలు  
2. గ్రామీణ పిద్యుచ్చక్తి కార్పొరేషనులు, 3. అగ్రి కల్చరల్ రీవైనాన్సు కార్పొరేషనులు, వ్యవసాయ రంగమునకు పెట్టుబడి చెక్కూర్చుచున్నవి. ఇటుగాక 1968లో బ్యాంకులన్ని కలసి వ్యవసాయ ప్రైవైజు కార్పొరేషనును ప్రారంభించినవి; వ్యవసాయ రంగమునకు ఎక్కువ పెట్టుబడి అందించుటయే

దీని ద్వేయము. దేశమంతట గ్రామీణ బ్యాంకులు ప్రారంభించి, వ్యక్తుల ప్రయోజనమును తగ్గించి సహకార సంస్థలు, బ్యాంకులు వ్యవసాయ పరపతి సరఫరా విషయంగా ప్రధానపాత్ర వహించ ఉద్దేశించటమయినది.

### వ్యవసాయ మార్కెటింగు :

వ్యవసాయ అభివృద్ధికిని, రైతు సక్రమమైన లాభములు గడించుటకును లాభదాయకమైన మార్కెటింగు విధానములు అవసరము. పూర్వమున గ్రామాలలో ప్రజలు స్వయంసంపూర్ణంగా వుండేవారు. వ్యవసాయ మార్కెటింగు ప్రాధాన్యము అంత ఎక్కువగా ఉండేదికాదు. ఇదివరలో రైతు పండించు పంట స్వంతి ఉపయోగమునకు ఉంచుకొనేవాడు. కొంత పంట మాత్రమే తన అవసరాలకు అమ్మేవాడు. వాటిలో వినియోగ వ్యాపారము చాలా సులభముగా వుండేది. నడు వ్యవసాయ స్వరూపము చాలా మారింది. వాణిజ్య పంటలైన చెరకు, ప్రత్తి, పొగాకు మొదలగునవి ప్రధానముగా బయట అమ్ముడానికి మార్కెట్ - పండింపబడుచున్నవి. ఆహార పంటలలో కూడా కొంత భాగము అమ్ముబడుచున్నవి. సంయెన మార్కెటింగు విధానమున్నప్పడే రైతుకు తన పంటకు గిట్టుబాటు ధర దొరుకుతుంది.

సాంప్రదాయిక మార్కెటింగు పద్ధతులలో చాలా లోపాలున్నాయి. ఈ పధానంలో రైతు తన పంటను లాభపద్ధతులలో అమ్ముకొనలేక చాలా కష్టములు ఎదుర్కొంటున్నాడు. సంయెన రోడ్డు, రవాణా సౌకర్యములు లేవు. రవాణాధర్మాలు ఎక్కువ; రైతు దగ్గర వున్న ఉత్పత్తి చాలా తక్కువ. కాబట్టి వ్యయప్రయాసలకు తట్టుకోలేక గ్రామములో చాల తక్కువ లాభమునకు అమ్ముకొనుచున్నాడు; కొన్ని పరిస్థితులలో నష్టమునకు కూడా అమ్ముకొనుచున్నాడు. బీదరికముచేత గత్యంతరము లేక

-వ్యవసాయ పెట్టుబడిని చేకూర్చిన - కమీషను వ్యాపారికే తన ఉత్పత్తిని విక్రయించుచున్నాడు. ఇట్లు అమ్మునపుడు ధర ముందుగానైనా నిర్ణయింపబడి యుండును; లేక తక్కువ ధర అయినా యుండును; ఇన్ని లోపాలున్నందున కొనుగోలు దారునిదే పైచేయి అయినది. ఒకవేళ బయటి మార్కెట్లలో విక్రయించినపుడును తూనికలు, కొలతల లోపమువల్లనూ, సక్రమమైన మార్కెట్ల ధర తెలియకుండుటమువల్లనూ, రైతుకే నష్టము వాటిల్లుచున్నది. ఏదో నెపములపై సరియైన కమీషనుకు బదులుగా పాచ్చు కమీషను రొక్కరూపంలో రైతులనుండి వసూలు చేయబడుచున్నది. రైతుకు రావలసిన డబ్బు ఏదో ఒక నెపంవల్ల, రైతుచేతికి రాక నష్టము వాటిల్లుచున్నది. ఇక కొన్ని మార్కెట్లలో కమీషనుదార్లు, కొనుగోలుదార్లు, గోప్యముగా కొనుగోలు ధరను నిర్ణయించు కొనుటవలనను రైతుకు సరియైన ధర రాకున్నది. రైతు సరియగు ధర వచ్చునంతవరకు పండించిన సరకులను అమ్ముకుండా నిల్వచేయలేకపోవుట, అన్నింటికన్న ఒక ముఖ్యమైన లోపము.

వ్యవసాయ మార్కెట్టు నందున్న లోపములను సవరించుటకు ప్రభుత్వము పలు విధములుగా ప్రయత్నించుచున్నది. ఇందులో ముఖ్యముగా చెప్పుకో తగ్గది క్రమబద్ధమైన మార్కెట్ల రెగ్యులేటర్డ్ స్థాపన; రెండవది సహకార మార్కెట్ సంఘములను ప్రోత్సహించుట.

**రెగ్యులేటర్డ్ మార్కెట్టు :**

రెగ్యులేటర్డ్ మార్కెట్ల సక్రమ నిర్వహణకై మార్కెట్ కమిటీలు అను పేరుతో ఉత్పత్తిదార్లు, కొనుగోలుదార్ల ప్రభుత్వ ప్రతినిధులతో కూడుకొన్నట్లువంటి శాసన బద్ధమైన సంఘములను నెలకొల్పడము జరిగినది. ఈ మార్కెట్లు కమిటీల చట్ట ప్రకారము, పంటల కొనుగోలు అమ్మకములను

క్రమబద్ధమైన మార్కెట్టు ఆవరణలలోనే జరుపవలెను. దీని ప్రకారము మార్కెట్ కమిటీ ప్రకటించిన పంటలను పైవేటు వ్యాపారులకు అమ్ముకూడదు. రెగ్యులేటర్డ్ మార్కెట్లలో సక్రమమైన కొలతలు, నిర్ణయించబడ్డ కమీషను మాత్రమే అమలులో వుండును. రైతులకు తక్కువ ధరక, గిడ్డంగులు, గ్రేడింగు సౌకర్యములు లభ్యమగును. ఈ కమిటీలు ఎప్పటికప్పుడు స్థానిక ధరలను ప్రకటించుచుండును. ధరకూడా అందరి సమక్షములో పోటీద్వారా నిర్ణయింపబడును. ధర గిట్టని పక్షములో, రైతు తన పంటను మార్కెట్ యార్డులోని గిడ్డంగిలోనే తక్కువ అద్దెను చెల్లించి కొంత కాలంవరకు గిట్టుబాటు ధరవచ్చువరకు దాచుకొనవచ్చును. కొన్ని కేంద్రములలో గిడ్డంగి రసీదు (Warehouse Receipt) తీసుకొని, దాని ఆధారమున బ్యాంకులో కొంత మొత్తమును అడ్వాన్సుగా తీసుకొనవచ్చును; పంటను విక్రయించినపుడు అడ్వాన్సును తిరిగి చెల్లించవచ్చును.

**సహకార మార్కెటింగు :**

ఉత్పత్తిదారులందరు కలిసి తమ పంటను ఒక చోట ప్రోగుచేసి సహకార సంఘముల ద్వారా విక్రయించుదురు. చెరకు, పండ్లు, వరి, ప్రత్తి, నెయ్యి, పాలు మొదలగు వస్తువులు సహకార విక్రయ సంఘముల ద్వారా అమ్ముబడుచున్నవి. ఈ సంఘములన్నియు ప్రజాస్వామ్య పద్ధతులలో నడుచును. లాభములను సభ్యుల వ్యవహార వాటాలను బట్టి పంచుకొందురు. ఉత్పత్తిదార్లకు కావలసిన ఆవసరములు ఈ సంఘముల ద్వారా సరఫరా చేయబడును. సభ్యుల ఆదరణ తక్కువయినందువల్ల ఈ సంఘములు అన్నిచోట్ల ముందుకు రాలేక పోవుచున్నవి.

**ఇతర విధానములు :**

1937సంవత్సరములో భారతదేశపు 'వ్యవసాయ గ్రేడింగు, మార్కెటింగు చట్ట'రీత్యా వ్యవసాయ

శాఖవారు వ్యవసాయ వస్తువులకు తగిన నాణ్యతను నిర్ణయించి వారి ముద్రను-నాణ్యతను సూచించుటకు-వేయచున్నారు.

**గిడ్డంగులు (Warehouses) :**

గ్రామీణ బ్యాంకింగ్ విచారణ కమిటీ సిఫారసు ననుసరించి వివిధ రాష్ట్రములు వ్యవసాయ ఉత్పత్తులను నిల్వచేయుటకు వివిధ ఉత్పత్తి కేంద్రములలో గిడ్డంగులు ఏర్పాటుచేసినవి. ఈ గిడ్డంగులలో

నిలువచేయబడిన వస్తువులకు పరపతి సౌకర్యములు ఏర్పాటుచేయబడినవి.

దేశస్థాయిలోను, రాష్ట్రస్థాయిలోను ప్రభుత్వ యాజమాన్యమున ప్రత్యేక మార్కెటింగు శాఖలు పనిచేయుచున్నవి. ఈ శాఖలు వ్యవసాయ మార్కెట్టు విధానమును మెరుగుపరుచుటకు తగు పరిశోధనలను చేపట్టి అభివృద్ధి కార్యక్రమాలను విస్తరణ కార్యక్రమములను నిర్వహించుచున్నవి.

**డా॥ కె. ఎన్. సూర్యనారాయణ.**

## 174. పశు పోషణ

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో సుమారు రెండుకోట్ల పశువులు, గేదెలు ఉన్నాయి. సాలీనా 18 లక్షల టన్నుల పాల ఉత్పత్తి జరుగుచున్నది. అయినప్పటికీ తలసరి రోజువారీ పాల వినిమయం 18 గ్రాములు మాత్రమే. పాల ఉత్పత్తిలో దక్షిణ రాష్ట్రాల్లోకెల్లా ఆంధ్రప్రదేశ్ లో అగ్రస్థానము. రాష్ట్రంలో పేరెస్సికగన్న ఒంగోలు, కృష్ణవ్యాలి వంటి పశుజాతులు ఉన్నప్పటికీ, మన రాష్ట్రపు పాల ఉత్పత్తికి కాలా తక్కువ. అందుచేత ప్రభుత్వము, భారీ ఎత్తున సంకరజాతి పశువులను ఉత్పత్తి చేయడానికి అనేక పథకాలను అమలు పరుస్తోంది. జర్నీ, బ్రౌన్ స్పిన్, హాల్బీన్ జాతి విదేశీ ఆటోతులను, స్థానిక రకాలతో సంకరపరచి మేలైన సంకరజాతి పశువుల ఉత్పత్తి జరుపుతోంది. పాలను సక్రమ పద్ధతులతో సేకరించి, నిల్వచేసి పంపిణీ చేయటానికి రాష్ట్రంలో 30 పాల శీతలీకరణ కేంద్రాలను, పాశ్చురైజేషన్, పాలపొడి ఫ్యాక్టరీలను నెలకొల్పటం జరిగింది. అంతేకాకుండా పాడి పరిశ్రమ అభివృద్ధి విషయాలను గూర్చి ఆంధ్రప్రదేశ్ వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయంలోని

డైరీ సైన్సు విభాగములో పరిశోధనలు నిర్వహించుకొనసాగుతున్నాయి.

కాలమాన పరిస్థితుల మార్పులవల్ల వ్యవసాయంతో బాటు, పాడి పశువుల పోషణ తప్పని సరి అవుతోంది. ముఖ్యంగా సన్నకారు రైతులు, వ్యవసాయ కూలీలు వారి రాబడిని పెంపొందించుకోడానికి ఈ పరిశ్రమ మంచి ఆధారాన్నిస్తుంది. పాడి పశువులను లాభసాటిగా పోషించేందుకు కొన్ని ముఖ్య విషయాలను తెలుసుకోవాలి.

**చూలుగా ఉన్న పశువు-పోషణ :**

ఆరు నెలల చూలుగా ఉన్నప్పటి నుండి, పశువును జాగ్రత్తగా పోషించాలి. కడుపులో ఉన్న దూడ బాగా పెరగాలంటే చూలు పశువుకు అదనంగా ప్రతిరోజు ఒక కిలో దాణాకు ఎముకల పొడిగాని, లవణ మిశ్రమముగాని 20 గ్రాములు, ఉప్పు 30 గ్రాములు అదనంగా కలపాలి. ముఖ్యంగా చూలుగా ఉండి పాలిస్తున్న పశువుకు ఎక్కువ మాంసకృత్తులు కలిగియున్న దాణా వేయాలి.

ఈనబోయే ముందు కనీసం రెండునెలలు పాలు పితక కూడదు. ఈనుటకు 15 రోజులు ముందు

ప్రతిరోజు రెండు కిలోల దాణా మిశ్రమము పెట్టాలి.

ఈనుటకు రెండు మూడు రోజులకు ముందునుండి ఒక కిలో దాణామిశ్రమము మాత్రమే, ఎక్కువ తవుడు ఉండేటట్లు వేడినీటితో కలిపి పెట్టాలి.

వీలైనంత వరకు తినునంత పచ్చిగడ్డి పెట్టాలి. 20-25 కిలోల వరకు పచ్చిగడ్డి పెట్టవచ్చును.

ఈనుటకు రెండు మూడు రోజుల ముందు శుభ్రమైన ప్రదేశములో ఎందుగడ్డి మెత్తగా ఉండేటట్లు ఎంచి చూలు పశువును వేరుగా కట్టివేయాలి. దానికి కావలసిన నీరు, దాణా, అక్కడే ఉంచి, మిగతా పశువులతో బాటు మేసేందుకు పంపకుండా ఉండాలి.

నొప్పులు కన్పించినప్పటి నుండి అక్కడే ఉండి ఈనడం సరిగా జరిగేటట్లు చూడాలి. ఈనెటప్పుడు దూడ ఎత్తునుండి నేలమీద పడకుండా కాపాడాలి. ఈనుటకు ఏ మాత్రం ఇబ్బంది కన్పించినా, వెంటనే పశువుల డాక్టరును సంప్రదించాలి. కొంచెముగ దూడ బయటికి వచ్చినప్పుడు, ముందు కాళ్ళ, దూ-మూత పట్టుకొని కొద్దిగా లాగినట్లయితే సులభంగా ఈనుతుంది.

ఈనిన తర్వాత, మాయపడేంత వరకు కనిపెట్టి మాయను తీసి దూరంగా పూర్చి పెట్టాలి. 24 గంటలలోపున మాయ పడకున్నచో పశువైద్యుని సలహా పొందాలి. మూడు లేక నాలుగు రోజులవరకు జున్నుపాలు దూడకు వదలాలి. దూడకు పోగా మిగిలిన జున్నుపాలు తీసివేయాలి.

**పాలు ఇస్తున్న పశువు-పోషణ :**

పాలు ఇస్తున్న పశువుకు సరిపోయినంత ఆహారము యివ్వాలి. వీలైనంత వరకు అది తినగలిగినంత పచ్చిమేత వేస్తే చాలా లాభదాయకము. పాలిచ్చే పశువు సాధారణముగా రోజుకు 40 నుండి 50 కిలోల పచ్చిమేత తినగలదు. పచ్చిమేత కొర

తగా ఉన్నప్పుడు అధమం 20 కిలోల పచ్చిమేత, 5 లేక 6 కిలోల ఎండు గడ్డి వేస్తే సరిపోతుంది. ఏ మాత్రం అవకాశమున్నా పచ్చిమేత పండించి, పాడి పశువులను మేపడమే చాలా లాభసాటి. ఇది కాక ప్రతి 2 కిలోల పాలకు ఒక కిలో దాణా మిశ్రమము అదనంగా యివ్వాలి.

**దాణా మిశ్రమము :**

సెనగపొట్టు తవుడు	=	40 పాళ్ళు
వేరుసెనగ పిట్టు	=	30 పాళ్ళు
చిన్న గింజలు(జొన్న)	=	20 పాళ్ళు
ఉప్పు	=	8 పాళ్ళు
ఎముకల పొడి	=	2 పాళ్ళు
మొలాసెన్ (చెఱకుషడ్డి)	=	5 పాళ్ళు
		<hr/> 100

పాడి పశువుకు శుభ్రమైన నీరు త్రాగుటకు ఎప్పుడు అందుబాటులో ఉండాలి. ఒక పశువుకు రోజుకు సరాసరి 250 నుండి 300 లీటర్ల నీరు కావాలి ఉంటుంది.

పాడి పశువుల పోషణ పద్ధతులను ఉన్నట్టుండి మార్పుచేయకూడదు. దాణాగాని, మేతగాని, మార్పు వంటి వచ్చినప్పుడు నెమ్మదిగా క్రమేపి మార్చాలి. పాలు పితికే మనిషిగాని, పితికే పద్ధతిగాని, పరిసరాలుగాని, ఉన్నట్టుండి మార్చితే పాల దిగుబడి కొంత తగ్గుతుంది. సరిపోయినంత పచ్చిమేత లభిస్తుందన్న సమ్మతం ఉన్నప్పుడు తప్ప పాడి పశువును అనవసరంగా మేపేందుకు, దూరప్రదేశాలకు పంపడం లాభసాటి కాదు.

ఐదు పశువులు, అంతకు తోపు ఉన్నప్పుడు వాటి పోషణ, పాలు పితకడం, దాణా పెట్టడం, కడగడం, ముదలైన పనులన్నీ కుటుంబ సభ్యులే చూసుకోవాలి. కూలీల మీద ఆధారపడడం మంచిదికాదు. ఖర్చు సంగతే కాకుండా, పాలు దిగుబడి కూడ తగినంతగా ఉండదు. తనుక స్వయం

కృషి మంచిది. పాడి పశువు ఎండకు ఎండదం, వానకు తడవడం కూడదు. తక్కువ ఖర్చుతో వాటి పాక నిర్మించవచ్చు. 8 అడుగుల వెడల్పు 12 అడుగులు పొడవు పెట్టి మూడు వైపుల  $4\frac{1}{2}$  అడుగుల ఎత్తుగోడ కట్టాలి. పైకప్పుకు కాళిగడ్డి గాని, చొప్పగాని కప్పవచ్చును.

షెడ్యూనందు నేల మాత్రం కాంక్రీటు చేసుకుంటే బాగుంటుంది. ఇట్టి షెడ్యూలో రెండు పాడి పశువులను, వాటి చిన్న దూడలను కూడా కట్టి ఉంచవచ్చును.

పాలు పితికేముందు పొదుగును శుభ్రంగా కడిగి, పొడి బట్టతో తుడవాలి. తొలిదారల పాలను విడిచివేయాలి తడిచేతులతోగాక పొడిచేతితో పొదుగును ఏ మాత్రం నొప్పి, గాయం తగలని విధంగా పాలు పితకాలి. లేనిచో పొదుగువాపు జాడ్యం సంక్రమించడం, తద్వారా పాడికి నష్టం కలగడం జరుగుతుంది. పాలు చేపుటకు దూడను వదలవలసి వచ్చినప్పుడు, దానికి వదల దలచిన పాలు ముందే వదలాలి. పితికిన తర్వాత, అంత్యములో దూడను చీకుటకు వదలకూడదు. అట్లు వదలిన అది రొమ్ములను గాయపరుస్తుంది. పొదుగువాపు జబ్బు వస్తుంది.

పాలు పితకడ చాలా సున్నితంగా వేగంగా జరగాలి. నెమ్మదిగా పితకడం ద్వారా పాల దిగుబడి తగ్గుతుంది.

ఈని రెండు నెలల తర్వాత ఏ రోజు ఎదకు వస్తే ఆ రోజు ఎద లక్షణాలను జాగ్రత్తగా గుర్తించి, వెంటనే కృత్రిమ గర్భోత్పత్తి కేంద్రానికి తీసుకువెళ్లి గర్భదారణ చేయించాలి. ఎదకు రావడం, మూడు నెలలకన్నా మించితే పశువైద్యుని సలహా పొందాలి.

అధిక పాల ఉత్పత్తికి విదేశీ జోతులతో మన దేశవాళి ఆవుల సంతతికి కలిగిన సకరజాతి ఆవులు ఎంతో శ్రేష్టమైనవి. అంతేకాక ఈ సకర

జాతి ఆవులు తమ జీవితకాలములో పొచ్చు దూడల నిచ్చి ఎక్కువ సార్లు పాల దిగుబడి నిస్తాయి.

పస్తుతిం మన దేశంలో జెరీ ఫీజియన్, జాతి పుట్టిన సకరజాతి పశువులు అధిక పాల దిగుబడి నిస్తున్నాయి.

అట్లాగే గేదెలలో పంజాబు ప్రాంతపు ముట్టా జాతి గేదెలు, పాల దిగుబడికి వెన్న శాతమునకు అధిక శ్రేష్టమైనవి. ఈ జాతి దున్నపో బలవల్ల కలిగిన గేదెలు ఎంతో లాభదాయకమైనవి.

పాడి పశువులకు వేసవి కాలంలో తాగేనీరు ఎక్కువగా యివ్వాలి. మధ్యాహ్నం సమయములో పశువులపై నీరు చల్లడం, షెడ్యూలోపం నీరు చల్లడం చెట్ల నీడలో కట్టివేయడం మంచిది.

పాడి పశువుకు గిర్న సావం కలిగిందంటే వెంటనే పశువైద్యునికి తెలియజేసి, అది అంటు వ్యాధివల్ల ఏర్పడిందా, లేదా - అనే విషయాన్ని తెలుసుకొని తగురీతి చికిత్స చేయించాలి.

సకరజాతి పశువులలో పిశుదులువల్ల, థిరిరి యోసిన్ జబ్బు, వ్యాపిస్తాయి. కాబట్టి పిశుదులు పశువులపై రాకుండా జాగ్రత్త పడాలి. పాడి పశువులకు, వాటి దూడలకు ఏలిక పాము, లివర్ ఫ్లూకులవల్ల హాని కలుగుతుంది. కనుక ఆప్పుడప్పుడు వీటికి మందులు వేయి చాలి. ముసర వ్యాధి, జబ్బు వాపు, గొంతువాపు, గాలికుంటు మున్నగు వ్యాధులకు సకలములో టీకాలు వేయించాలి.

**గొఱ్ఱల, మేకల పోషణ :**

ఇవి ప్రక్క, గడ్డిగాదములు, ఆకులలములు తిని మనకు మాంసము, ఉన్ని, చర్మములను, పొలములకు ఎరువులను అందజేయుచున్నవి మన రాష్ట్రంలో మాంసమునకు పేరెన్నిక గన్న నెల్లూరు జాతి గొఱ్ఱలు, సుమారుపాటి ఉన్ని ఉత్పత్తికి పేరున్న దక్కనీ జాతి గొర్రెలు కలవు. వీటి గృహపసతి ఏమంత ఖర్చుతో కూడినదిగాదు, శీతాకాలములో

పుట్టిన గొర్రెపిల్లలను కొంచెము వెచ్చగా నున్న ప్రదేశములో ఉంచుట మంచిది. వీటిని ఎన్నిక చేసేటప్పుడు త్వరగా పెరిగి తొందరగా మాంసము ఉన్నినిచ్చే సంతతిని ఎన్నిక చేసుకోవాలి. గొట్టెలను తొందరగా అమ్మకానికి తయారు చేయాలంటే, తవుడు, ఏవేని గింజలు, వేరుసెనగ పిట్ట, సరి సమాన పాళ్ళలో కలిపి రోజుకు 100 గ్రాములు ఇవ్వాలి. గొంతువాపు, దొమ్మ, అమ్మవారు, ముసర వ్యాధులు రాకుండా టీకాలు వేయించాలి.

ఒకటి కంటే ఎక్కువ పిల్లలను పెట్టి, ఎక్కువ పాలిచ్చు మేకజాతులను ఎన్నిక చేసుకోవాలి. ఇవి బాగా పోషించినచో 18 నెలలు పాలిచ్చును. పోతులను వేరుగా పెడితే పాలలో వాసన ఉండదు. దాణా మిశ్రమము రోజువారి  $\frac{1}{2}$  కిలో కరుకు పెడితే మేకలు తొందరగా పెరిగి ఎక్కువ పాలిచ్చును.

పందుల పెంపకము :

మన రాష్ట్రములో "లార్డివైట్" 'యార్క్ష్పైర్' జాతులకు చెందిన విదేశీ పందులను ఉపయోగించి, పందుల పెంపకాన్ని ప్రోత్సహించు చున్నారు. దాణా మిశ్రమమును ఉపయోగించి సరైన పోషణ పద్ధతుల ద్వారా పందులను లాభదాయకంగా పెంపవచ్చును. ఇవి ఒక్కొక్క చూలుకు 8 నుండి 12 వరకు పిల్లలను ఉచ్చును. వీటికి అంటు వ్యాధులు రాకుండా టీకాలు వేయించాలి. కడుపులో పురుగుల నిర్మూలనకు మందులు వాడాలి. చర్మవ్యాధులు రాకుండా పశువుల వైద్యుని సలహాను పొంది జాగ్రత్త పడాలి.

డా॥ డేగ్ పెంకయ్య.

## 175. కోళ్ళ పెంపకము

మన ఆహారములో ప్రతి మనిషి రోజుకు ఒక గ్రుడ్డు మినా తప్పక వాడాలని శాస్త్రవేత్తలు చెప్పి యున్నారు. కాని సాలీనా మన దేశంలో ఒక మనిషికి 12 గ్రుడ్లకంటే ఎక్కువ అందుబాటులో లేవు. ఇది ఇతర ఆభివృద్ధి అయిన దేశములతో పోల్చి చూస్తే చాల తక్కువ. కనీసము రోజుకు ఆర గ్రుడ్డు ప్రతి మనిషికి అందుబాటులో ఉండాలంటే ప్రతి సంవత్సరము దేశం మొత్తం మీద 90 వేల మిలియన్ల గ్రుడ్లు ఉత్పత్తి చేయాలి. కాని ఇప్పుడు సంవత్సరానికి 8 వేల మిలియన్ల మాత్రమే ఉత్పత్తి చేస్తున్నాము.

తీవ్రముగా ఉన్న గ్రుడ్ల కొరతను తీర్చుటకు మన ప్రభుత్వమువారు పంచవర్ష ప్రణాళికలలో తగినంత సొమ్మును కోళ్ళ ఆభివృద్ధికి ప్రత్యేకించి, తగినంత చోహదము కలిగిస్తున్నారు. ప్రణాళికా

సంఘ అంచనాల ప్రకారము రాబోయే, 10 సం॥ లలో ఆనగా ఏడవ పంచవర్ష ప్రణాళికాంతానికి 45 వేల మిలియన్ల గ్రుడ్లు సాలీనా మన దేశంలో ఉత్పత్తి చేయగలగాలి.

ఇందు కోళ్ళజాతులు, వాటి పెంపక జ్ఞానము, వాటి ఆహారము తదితర విషయములు చాల ముఖ్యము.

ముఖ్యాంశములు :-

1. కోళ్ళు - వాటి జాతులు :

ప్రపంచమంతటను లభ్యమగు కోళ్ళ జాతులకు గాలన్ గాలన్ (Gallus Gallus) అను మనదేశపు ఆదవి జాతి కోడే మూలము. ఈ కోడికి మన దేశంలోని అస్సాం రాష్ట్రము, విదేశాలలో బర్మా, సయాము, మలయా, ఇండోచైనా, సుమత్రా, జావా

మొదలగు దేశ ప్రాంతములు పుట్టినిండ్లు. ప్రాంతీయంగా వీటిని ఆసియా ప్రాంతపు కోళ్ళనియు, ఆమెరికా ప్రాంతపు కోళ్ళనియు, మధ్యధరా సముద్రతీర ప్రాంతపు కోళ్ళనియు మరియు ఇంగ్లీషు ప్రాంతపు కోళ్ళనియు విభజింప వచ్చును.

కోళ్ళయొక్క ఉత్పత్తి ప్రాధాన్యమును బట్టి మాంసము సేచ్చు కోళ్ళనియు, గ్రుడ్ల నిచ్చు కోళ్ళనియు, విభజింపవచ్చును. అధిక దిగుబడి నిచ్చు గ్రుడ్ల జాతులనియు, మాంసపు జాతులనియు, సంకర రకములనియు ఇప్పుడు కోళ్ళశాస్త్రవేత్తలు విభజించుచున్నారు.

## 2. గ్రుడ్లను పొదిగించుట :

సామాన్యంగా ఆవలంబించే పద్ధతులకన్న గ్రుడ్లను ఒకేసారి పొదిగించే యంత్రాలు మన దేశంలో కూడ వాడుకలో ఉన్నవి. వాటినే ఇంక్యుబేటర్స్ అని అంటారు ఈ యంత్రములలో కొన్ని వేల గ్రుడ్లవరకు ఒకేసారి పెట్టి పొదిగి చే అవకాశమున్నది. ఈ యంత్రములలో కూడా, గ్రుడ్లు పిల్లలగుటకు 21 రోజులు పట్టును.

పుంజులు కలియని పెట్టెల గ్రుడ్లు (Unfertilised Eggs) పొదిగించడానికి పనికిరావు.

## 3. కోళ్ళమేత :

చిన్నపిల్లల మేతగాని, ఎదిగే కోళ్ళమేతగాని, లేక గ్రుడ్లు పెట్టు కోళ్ళ మేతగాని, వీనిలో దేనికైనను కోళ్ళను పెంచువారు తగుపాళ్ళలో స్వయంగా మేత మిశ్రమమును కలుపు కొనవచ్చును. లేదా కంపెనీలు తయారుచేసిన కోళ్ళమేతను కొనవచ్చును. కోడికి కావలసిన అన్ని ఆహార పదార్థములను అనగా మొక్కజొన్నలు, తవుడు, వేరుసెనగ చెక్క, చేపలపొడి, ఖనిజ లవణముల మిశ్రమము, విటమినులు మొదలగునవి సేకరించి కోళ్ళను పెంచు వారే వీటిని తగు పాళ్ళలో కలిపి మిశ్రమమును తయారు చేసికొనిన యెడల కోళ్ళమేత ఖరీదు

తగ్గును. ఎక్కువ గ్రుడ్లకోసము, ఈ క్రింది మిశ్రమ ఆహారమును వాడుట మంచిది.

మొక్కజొన్న	25	శాతము.
గోధుమ	9	శాతము
గోధుమ పొట్టు	5	,, ,,
బియ్యపు తవుడు	25	,, ,,
వేరుసెనగ చెక్క	20	,, ,,
చేప పిట్టు	5	,, ,,
మినరలు మిక్చరు	8	,, ,,
మొలాసలు	5	,, ,,
తోట కూరలు	8	,, ,,
విటమిను A	15 grs = 1	(టన్నకు)
,, ,, B <sub>3</sub>	6 grs = 1	(,, )
,, ,, C	5 grs = 1	(,, )

మేత ఖరీదు, కోళ్ల పెంపక ఖరీదు మొత్తంలో 70 శాతము. అందువలన మేతను వాడుటలో తగు శ్రద్ధను చూపని యెడల ఎక్కువ ఆహారము వృథాగా భూమి పాలగును. అందుకని కోళ్ళమేత నిలువ యంచుటలోను, ప్రతిరోజూ కోళ్ళమేత వేయటంలోనూ, ఆమేత ఎలుకల పాలుగాని, భూమి పాలుగాని, కాకుండా చూడవలెను. కోళ్ళమేతను సరియైన తొట్ట (Feeders) లో వేయవలెను.

## 4. కోళ్ళ పెంపకము - వెలుతురును ఉపయోగించుట :

విద్యుద్దీపాల కాంతి-గ్రుడ్లు పెట్టు కోళ్ళను-ఉత్తేజ పరచి, ఎక్కువ గ్రుడ్ల దిగుబడికి దోహదము ఇచ్చును. అందువలన కోళ్ళను పెంచువారు లైట్ల కాంతిని తగురీతిని వాడవలెను. చిన్న పిల్లలకు బ్రాడరు లైట్లు మాత్రము చాలను. వేరే లైటు అవసరము లేదు. బ్రాడరు తీసివేసిన తరువాత కోడి పిల్లలకు 20 వారాల వయస్సు పూర్తయగు వరకు లైటు కాంతిని రాతిపూట పూర్తిగా లేకుండా చేయవలెను. 2 వ వారము నుండి పగటి సూర్య రశ్మిలో కలవుకొని రోజుకు మొత్తము 14 గంటలు



కాంతి ఉండునట్లు చూడవలెను. ఈ విధముగా 14 గంటల లైట్ల కాంతితో మొదలు పెట్టి ప్రతివారము 15 నిమిషముల చొప్పున లైటుకాంతిని 17 గంటలు వచ్చునంత వరకు క్రమేణా ఎక్కువ చేయవలెను. ఈ లైట్ల కాంతి కార్యక్రమమును సరిగా అనుసరించని యెడల కోళ్ళను పెంచువారు నష్టములకు గురియగుదురు.

### 5. కోళ్ళ రోగములు - వాటి నివారణ :

కోళ్ళ రోగములను 3,4 రకములుగా విభజింపవచ్చును.

1. ఆహార లోపమువలన వచ్చునవి.
2. క్రిముల వలన వచ్చునవి.
3. పరాన్నభుక్కుల వలన వచ్చునవి.
4. ఇతర కారణముల వలన వచ్చునవి.

ఈ క్రింద చెప్పబడిన జాగ్రత్తలను తీసికొనిన యెడల కొంతవరకు రోగములను నివారించవచ్చును.

1. బయటనుండి కోళ్ళను చూచుటకు వచ్చు వారిని కోళ్ళ పాకలోనికి రానియ తూడదు.

2. వయసులో తేడాలుగల కోళ్ళను ఒకే షెడ్డులో కలిపి పెంచకూడదు.

3. కోళ్ళను పెంచువారు ప్రతిరోజూ కోళ్ళ షెడ్డులోనికి పోయి, జబ్బుగా ఉన్న కోళ్ళను గుర్తించి, వాటిని మిగిలిన కోళ్ళనుండి వెంటనే, వేరుచేయవలెను.

4. ఎలుకలును, పిల్లులును, కాకులు మొదలగు పక్షులును కోళ్ళ పాకలోనికి పోకుండా తగు జాగ్రత్తలు పాకను కట్టునప్పుడే తీసుకొనవలెను.

5. ఈగలు, కోళ్ళ షెడ్డులో ఎక్కువగా ఉండకుండా తగు జాగ్రత్తలు తీసికొనవలెను.

6. కోళ్ళలో ఏదైనా జబ్బువచ్చి అవి చచ్చి పోతున్నప్పుడు వెంటనే ఆ విషయమును గూర్చి దగ్గరలో నున్న వెటర్నరీ డాక్టరుకు తెలిపి తగిన సంహారము పొందవలెను.

7. కోళ్ళలో ఒకదానినొకటి పొడుచుకొనకుండా తగు రీతిని వాటికి ముక్కులు కత్తిరించవలెను.

### 6. గ్రుడ్లను నిల్వచేయుట :

కోళ్ళపాకలో నుండి రోజునకు 3 లేక 4 సార్లు మురికి లేకుండా గ్రుడ్లను సేకరించుట మంచిది. వాటిని పరిశుభ్రముగా చేసి వసతియున్న యెడల ఎయిర్ కండిషన్ల రూమ్ (Air conditioned Room) లో నిలువ ఉంచవలెను. ఈ వసతి లేనివారు గ్రుడ్లను చల్లటి గాలివచ్చు ప్రదేశములో నిర్వీర్యముంచవలెను. ఈ విధముగా ఉంచిన యెడల శీతాకాలములో 10 నుండి 12 రోజుల వరకు, వేసవి కాలములో 5 నుండి 8 రోజులవరకు చెడిపోకుండా ఉంచవచ్చును.

### 7. గ్రుడ్ల విక్రయము :

ఉత్పత్తి దార్జందరు కలిసి తమ గుడ్లను ఒక చోట ప్రోగుచేసి నాణ్యత, బాగునూ బట్టి గ్రేడింగ్ చేయించి సహకార సంఘముల ద్వారా విక్రయించి మధ్య దళారులను తొలగించినచో ఉత్పత్తిదార్లు ఎక్కువ లాభము పొందుటకు వీలున్నది.

### 8. మాంసము కొరకు కోళ్ళను పెంచుట :

బ్రాయిలర్ అనగా ప్రత్యేకముగా మాంసము కొరకు ఉత్పత్తి చేయబడిన కోడి ఈ రకపు కోళ్ళ 8 వారముల వయస్సులో వుండి, 1½ కిలోల బరువుండి, మాంసము ముదరకుండా రుచికరముగ నుండును. మన దేశములో ఈ మాంసపు కోళ్ళను పెంచుటకు ఎక్కువగా పెద్ద పెద్ద నగరములలోనే అవకాశమున్నది. ఇందుకు కారణము వీటి మాంసము ఎక్కువ ఖరీదు కలది అయినందువలన, సాధారణమైన ఆర్థికస్థితిగల వారికి ఆంధ్రబాటలో ఉండుటకు వీలులేదు.

బ్రాయిలర్ కోళ్ళను పెంచుటకు తీసుకోవలసిన ప్రత్యేకమైన జాగ్రత్తలు :

1. బ్రాయిలర్ కోడిపిల్లలు త్వరగా ఎదుగు

టకు 2! నుండి 2½ కాలము వరకు మాంసకృత్తులు కలిగిన మేత వేయవలెను. దీనినే బ్రాయిలర్ స్టార్టర్ మేత అందురు.

2. బ్రాయిలర్ కోళ్లను పెంచు 8 వారముల లోనూ రాత్రి అంతయూ కోళ్ళపాకలో దీపాల కాంతి ఉంచవలెను.

3. 6 వారముల వయసు పూర్తయిన తరువాత పిల్లలు త్వరగా బరువెక్కుటకును, మాంసము పసందుగా ఉండుటకును, వీటికి ప్రత్యేకమైన మేత వేయవలెను. దీనినే బ్రాయిలర్ ఫినిషర్ మేత అందురు.

4. బ్రాయిలర్ కోడి, మంచి జాతిది ఆయిన యెడల, పైన చెప్పిన మంచి మేత వేసినపుడు, ఒక కిలో బరువు ఎదుగుటకు 2½ కిలోల కన్న ఎక్కువ మేత పెట్టకూడదు.

5. బ్రాయిలర్ పిల్లలను పెంచునపుడు ముఖ్యముగా కాక్సిడియోసిస్ అనే జబ్బు రాకుండా ముందు జాగ్రత్తలు తీసికొనవలెను.

(చూ : వ్యాసములు 152, 153)

డా॥ దూది సుబ్బారా యుడు.

## 176. ఆహారం - శరీర సంపుష్టి

మన ఆహారం - ఆరోగ్యం :

ఆహారం సర్వ జీవరాసుల మనుగడకు ప్రాణాధారం. శరీర పోషణకు, ఆరోగ్య సంరక్షణకు, ఆహారం చాలా అవసరం. సంపోషకాహారం దేహ సంపుష్టిని, సంతుష్టిని ప్రసాదిస్తుంది. మానసిక ఉల్లాసానికి, ఉత్సాహానికి దోహదం చేస్తుంది.

మనం భుజించే కాయ ధాన్యములు, దుంప కూరలలోని పిండి పదార్థాలు మనలను శక్తిమంతులుగా చేస్తాయి. నెయ్యి, నూనె, వెన్న తదితర క్రొవ్వు పదార్థాల వలన కూడా మనకు శక్తి లభిస్తుంది. పప్పు దినుసులు, మాంసం, చేపలు, గ్రుడ్లు, పాలు మొదలయిన వానిలో గల ప్రోటీనులు మన శరీర నిర్మాణానికి, దార్ధ్యానికి తోడ్పడతాయి. కూరగాయలు, పాలు, పండ్ల యందలి విటమినులు, ఖనిజ లవణములు మన ఆరోగ్య సంరక్షణకు సహకరిస్తాయి.

ప్రతి దినం మనం తీసుకునే ఆహారం సక్రమంగా ఉన్నంతవరకు మన ఆరోగ్యం కూడ చక్కగా ఉంటుంది. మన దైనందిన ఆహారంలో పోషక వస్తువులు లోపిస్తే అనారోగ్య సమస్యలు ఉత్పన్నమవుతాయి. మన ఆహారం ఎట్లా ఉంటుందో మన ఆరోగ్యం కూడా అలాగే ఉంటుంది.

అసంపుష్టి (Malnutrition)కి కారణాలు:

ఇందుకు ముఖ్యంగా మూడు కారణాలను పేర్కొనవచ్చు.

మొదటిది :- అజ్ఞానం, అంటే పోషక ఆహారం విషయ జ్ఞానం లోపించటం. బిద దేశాల్లోనే కాక, ధనిక దేశాల్లోకూడ అసంపుష్టి ఒక సమస్యగా పరిణమించింది. ఊబి ఒళ్ళు ((Obesity), గుండె జబ్బులు, దంత వ్యాధులు, మధుమేహము వంటివి ఎక్కువగా ధనిక దేశాల ప్రజలకు సంప్రాప్తిస్తున్నవి. ఇందుకు కారణం ఆహారం గురించి ఆరోగ్యం గురించి ప్రజల్లో అజ్ఞానం ప్రబలి ఉండటమే.

ఇంతేకాక ఆహారాన్ని గురించి ప్రజలలో వ్యాప్తి చెందిన కొన్ని మూఢ నమ్మకాలవల్ల, తీవ్రమయిన ఇష్టానిష్టాలవల్ల కూడా శరీర పోషణ సక్రమంగా సాగక ఆరోగ్యం కుంటుపడుతుంది.

**రెండవది :-** ఆర్థిక దుస్థితి; ఆర్థికంగా వెనుకబడ్డ దేశాలలో సరియైన సంపోషకాహారము అందరికీ లభ్యంకాక ప్రాచీనుకాలరీతి కౌరతల వలన వచ్చే మరాస్మస్, క్యాషీక్రీకోర్ అనే వ్యాధులేకాక, కండ జబ్బులు, రేచీకటి, చర్మవ్యాధులు, నంజు, నోటిపూత, రక్తహీనత, ఎముకలు సరిగా పెరుగకుండుట, వంటి పలురకాల జబ్బులు విశేషంగా వస్తున్నాయి.

**మూడవది :-** కొన్ని సాంఘికాచారాల వల్ల, సంప్రదాయాలవల్ల మన కలవడిన ఆహారం, అభివృద్ధిని పోషన పద్ధతులు అసంపుష్టికి, అనారోగ్యానికి దారి తీయవచ్చును. ఇంతేకాక వ్యక్తిగతమైన శరీర ప్రకృతి, మానసిక స్థితి ననుసరించి కూడ వారి వారి ఆహార పుష్టి, ఆరోగ్య అనారోగ్య పరిస్థితులు ఉంటాయి.

**పోషణలోపం వలన వచ్చే కొన్ని జబ్బులు, వాటి లక్షణాలు :**

**1. ప్రోటీను-కారీల కొరత :-** మరాస్మస్ అనే వ్యాధి ఎక్కువగా బీదదేశాలలో, ఎదిగే పిల్లలకు వస్తుంది. బక్క చిక్కటం, ఊచ కాళ్ళు చేతులు ఏర్పడటం, వెంట్రుకలు రాలిపోవటం, ఈ వ్యాధికి గల కొన్ని లక్షణాలు.

**2. ప్రోటీనుల కొరత :-** మన మెదడు పెరుగుదల 5 సంవత్సరాల వయస్సులోపలనే పూర్తికాగలదని, మెదడులోని కణముల నిర్మాణానికి ప్రోటీనులు చాలా అవసరమని, ఎదిగే పిల్లల ఆహారంలో ప్రోటీనులు లోపిస్తే మెదడు పెరుగుదల తిరుగులేని దెబ్బ తింటుందని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు.

ప్రోటీనుల లోపం వలన బీద దేశాలలో ఎదిగే పిల్లలకు క్యాషీక్రీకోర్ అనే జబ్బు తరచువస్తోంది. వంటికి నీరు పట్టుట, వాపు, వెంట్రుకలు రాలిపోవుట, జీర్ణకోశంలో అస్వస్థత ఏర్పడుట, ఈ జబ్బుకు లక్షణాలు.

**3. విటమినులు, ధాతువుల కొరత :-** ఆహారంలో విటమినులు, ధాతువులు లోపించినపుడు పెద్దలకు, పిన్నలకు కూడ అనేక వ్యాధులు కలుగవచ్చును. ఎ-విటమిను లోపిస్తే రేచీకటి, కంటి జబ్బులు, అకాల ఆంధ్రత్వము, చర్మవ్యాధులు, మరుగుజ్జుతనం రావచ్చు. బి-విటమిను లోపిస్తే నోటిపూత, పెదమల పగుళ్ళు, నంజు, కాళ్ళు చేతులు చచ్చుపడుట, తిమ్మిరి ఎక్కుట, నరాల బలహీనత, జీర్ణకోశ వ్యాధులు, రక్తహీనత, సంభవించును. సి-విటమిను కొరత వలన స్కర్వి (Scurvy), శరీరాంతర్యాగాలలో, కీళ్ళలో రక్తస్రావము-బలహీనత, పంటి చిగుళ్ళు దెబ్బ తినుట, అలసట కలుగవచ్చును. డి-విటమిను లోపించటం వల్ల ఎముకల పెరుగుదల దెబ్బతిని ఎదిగే పిల్లలకు రికెట్సు (Rickets) అనే వ్యాధి రావచ్చును. సున్నము, భాస్వరము (Calcium, Phosphorus) లోపంవలన బలహీనత, ఆయాసము, గుండెదడ, ఎముకలు మెత్తబారి వంగిపోవుట (Osteomalacia and osteoporosis) బహిష్ట సమయంలో అధిక రక్తస్రావం సంభవించ వచ్చును. ఇనుము లోపించటం వలన రక్తహీనత కలుగవచ్చును.

ఆహారంలోని పోషక ద్రవ్యాలలోపం వలన కలిగే వ్యాధులు కొంత కాలంగా పోషణ సరిగా లేకపోతేనేగాని రావు. వచ్చినా వెంటనే ప్రాణహాని లేదు. కాని పోషణలోపం దీర్ఘకాలం కొనసాగిందంటే ఈ వ్యాధులు మనలను జీవన్మృతుల్నిగా చేసే ప్రమాదం లేకపోలేదు ఒక్కొక్కసారి వీనివలన ప్రాణహాని కూడ కలగ వచ్చును. పోషణలోపం వలన కలిగే అనర్థకాలు హద్దుమీరక

ముందే మన ఆహారంలోని లోటు పాట్లను సవరించు కొనగలిగేగాని మన ఆరోగ్యాన్ని సురక్షితం చేసుకోలేము.

మన ఆహారంలో పోషక ద్రవ్యాలు లోపించిన లక్షణాలు బయట పడినప్పుడు రక్తపరీక్షచేసి, రక్తములోని ప్రోటీను, విటమిను, ఖనిజ పదార్థాల పరిణామాలను కనుగొని ఏ ఏ పోషక ద్రవ్యములు లోపించినవో తెలుసుకొనవచ్చు. మూత్ర పరీక్ష కూడా ఇందుకు తోడ్పడుతుంది.

**అసంపుష్టి - నివారణ మార్గాలు :**

శరీరపుష్టి, ఆరోగ్యపుష్టి, లోపించటానికి కారణాలైన పేదరికాన్ని, అజ్ఞానాన్ని, మూఢ నమ్మకాలను నిర్మూలించ గలిగిన నాడుగాని, ప్రజానీకాన్ని ఆవరించిన ఈ అసంపుష్టి సమస్య పూర్తిగా సమసిపోదు. అయితే చిరకాలంగా దేశ వ్యాప్తంగా ప్రబలియున్న దారిద్ర్యాన్ని, అజ్ఞానాన్ని సమూలంగా తొలగించటమనేది అన్ని సమస్యలను మించిన సమస్య. అందువల్లనే ఈ సమస్యా పరిష్కారానికి ప్రజలు, ప్రభుత్వం కలసి కొన్ని తరాలుగా తీరిన కృషి కొనసాగించవలసి యున్నది. తీవ్రమైన చర్యలు తీసుకొనవలసి యున్నది. వ్యక్తి పరంగా సాధించ వలసిన ప్రణాళికలు, సామాజిక స్థాయిలో ప్రయత్నించ వలసిన పథకాలు, సత్వర ప్రయోజన కారకములైన కార్యక్రమాలు, దీర్ఘ కాలికమైన ప్రయత్నాలు ఎన్నో నిర్వహించవలసి యున్నది.

ఈ అవసరాన్ని గుర్తించి వివిధ రాష్ట్ర ప్రభుత్వాలు, కేంద్ర ప్రభుత్వమువారు అనేక పథకములను, కార్యక్రమాలను చేపట్టి ఇదివరకే నిర్వహిస్తున్నారు. మున్ముందు ఇట్టి ప్రణాళికలను, కృషిని ఇంకా గట్టిగా, ఎక్కువగా చేయనున్నారు ముఖ్యంగా మైదరాబాదు నగరంలోని జాతీయ పౌష్టికాహార సంస్థ (National Institute of Nutrition),

కేంద్ర ఆహార పౌష్టికాహార కేంద్రము, రాష్ట్రీయ ఆరోగ్యశాఖలు ఈ రంగంలో ప్రజాసేవను విశేషంగా కొనసాగిస్తున్నాయి. ఐక్యరాజ్య సమితి స్థాయిలో కూడా ప్రపంచ ఆహార ఆరోగ్య సంస్థ ప్రపంచ ప్రజానీకానికి ఆహార ఆరోగ్య విషయిక పథకాల ద్వారా ఆమిత సహాయ సహకారములు అందజేయడం జరుగుతోంది.

**విద్య - విస్తరణ :**

పై నుదహరించిన పథకాల్లో విద్య-విస్తరణ కార్యక్రమాలు (Education-Extension Programmes) ముందుగా పేర్కొన దగినవి. పుష్టి కరమైన ఆహారము శరీర పోషణకు, ఆరోగ్య పరిరక్షణకు ఎట్లు ఆవశ్యకము, అటువంటి ఆహారాన్ని ఎట్లు సమకూర్చుకోవటము, వివిధ ఆహార పదార్థాలను వాటి పౌష్టిక విలువల దృష్ట్యా ఎట్లు ఎన్నుకో వాలి-అనే విషయములను గూర్చి ప్రతి ఒక్కరికి బోధించడం వీటి కర్తవ్యం. మనం నిత్యం తీసుకో వలసిన ఆహారం, అందలి పౌష్టిక వస్తువుల పరిమాణాలు, మనిషి మనిషికి మారుతుంటాయి. అవి వారి వయస్సు, లింగభేదము, ఎత్తు, బరువు, చేసే పని, శరీర తత్వం, పరిసర వాగావరణ స్థితిగతులు -అనేవాని మీద ఆధారపడి ఉంటాయి. ప్రతిఒక్కరూ తమ తమ అవసరాల ననుసరించి ఏ ఏ ఆహార పదార్థాలు ఎంతెంత తీసుకోవాలో నిర్ణయించుకోవటానికి వీలుగా మనకు లభించే ఆహార వస్తువుల పౌష్టిక విలువలుగల పట్టికలను తయారుచేయటం జరిగింది. పౌష్టికాహార విజ్ఞాన ప్రచారానికి ఇవి ఎంతో ఉపయోగకరంగా వుంటున్నాయి.

ఆహారం విషయమై కొన్ని సత్సాంప్రదాయాలు, సదాచారాలు మనకు లేకపోలేదు. పర్వదినాంలో పంచే వడపప్పు, పానకం, కొబ్బరి, పండ్లు, గుగ్గిళ్లు, పంచకణ్ణాయములును; పెండ్లి వేరంటాల లోను వ్రత సందర్భాలలోను పంచే పంచారములు,

పిండ్లు, మొలకెత్తిన శనగలు, పెసలు మొదలైనవి, మన సాంప్రదాయక విజ్ఞానానికి, వైశిష్ట్యానికి చక్కని ఉదాహరణములు.

ఈనాడు మిశ్రమ ఆహారం (Mixed Diet) సమకూనికాహారం (Balanced Diet) అని వ్యవహరింపబడే ఆహార సంవిధానాలు కూడా అనాదిగా మన దేశంలో వాడుకలో ఉంటూ వచ్చినవి. ఇట్టి ఆహారాన్ని సమకూర్చుకోవటంలో పలురకాల ఆహార పదార్థాల కలగలుపు వలన ఒక దాని యందలి లోటుపాట్లు మరియొక దానివలన సవరించబడతాయి. వివిధములైన పప్పుదీనులు, కాయధాన్యములు, దుంపలు, కూరగాయలు, పండ్లు కలిపి ప్రతిదినం మనం తయారు చేసుకునే భోజన పదార్థాలు, తదితర సమయాల్లో చేసుకునే రకరకాల వంటకాలూ, పిండివంటలూ, మన దేశంలో తరతరాలుగా ప్రచారంలోనికి వచ్చినవి. ఆహార విషయంలో మనకు గల కొన్ని దురభిప్రాయాలను, దురభ్యాసాలను, విడిచిపెట్టి, ఇటువంటి సత్సాంప్రదాయాలను నిలుపుకుంటే మన ఆహార సంపుష్టి సమస్య నగం తీరినట్లే.

**క్రియాత్మక పౌష్టికాహార పథకాలు :**

(Applied Nutrition Programmes)

అయితే విద్యా ప్రచారంవలన కలిగే పరివర్తన విధిగా వ్యక్తిగతంగాను, కాలక్రమానుగతంగాను వస్తోంది. ఒక్కొక్కటి దేశవ్యాప్తంగా కలిగేది, తీసుకొని రాకలిగేది కాదు. అందుచేత ప్రభుత్వ సేవా సంస్థలు, ప్రపంచ ఆరోగ్య వ్యవస్థలు, తదితర సేవాసంస్థలు ప్రజల ఆహార పుష్టికి, ఆరోగ్యపాలనకు తోడ్పడగలిగే సత్వరపాధులను, సాధనాలను తీవ్రంగా అన్వేషిస్తున్నాయి. తత్ఫలితంగా సామాహిక పౌష్టికాహార భోజన ప్రదానము (Mass Feeding Programmes), ఉపాహార వస్తువుల పంపిణీ (Distribution of Supplementary

foods), విద్యార్థులకు మధ్యాహ్న భోజన ఉపాహార సదపాయాలను కల్పించుట (School Lunch Midday meals Programmes) మొనలైన పథకాలు రూపొందించబడి వివిధ సంస్థల ద్వారా అమలుజరుపబడుతున్నాయి. ఇవి ముఖ్యంగా బీద ప్రజలకు, పాఠశాల విద్యార్థులకు, గర్భిణీ స్త్రీలకు, బాలింతలకు, అసంపుష్టికి సులువుగా గురిగాగల తదితర వర్గాల (Vulnerable Groups)కు పుష్టికరమైన ఆహారాన్ని చౌకగా లేక ఉచితంగా అందించడానికి ఉద్దేశింపబడినాయి. వీటిద్వారా ఆయా వర్గాలకు చెందిన వారికి డబల్ రొట్టె, పాలు, ఉప్పా, తదితర ఉపాహారాలు తక్కువ వెలకు లేక ఉచితంగా పంచటం జరుగుతోంది. ఇందువల్ల వారికి సామాన్యంగా లభించే ఆహారంలోని లోటుపాట్లను కొంతవరకు సవరించటానికి వీలవుతుంది.

ఇదికాక దేశప్రజల ఆహారంలో సామాన్యంగా లోపించిన కొన్ని పౌష్టిక ద్రవ్యాలను అదనంగా చేర్చి అట్టి ఆహార వస్తువుల పౌష్టిక ప్రమాణాన్ని పెంచి సుపోషకాహారాన్ని ప్రజలకు అందించే (Food Fortification) పథకాలు కూడా కొన్ని అమలు జరుపుతున్నాయి. వివిధ ప్రాంతాలలోని ప్రజలకు సర్వసామాన్యంగా లభించే ఆహారంలోని ముఖ్య పోషక పదార్థముల కొరతను గురించి, ఆయా పదార్థములను వారి ఆహార వస్తుసామాగ్రిలో చేర్చి, లోటును తొలగించిన ఆహారం (Fortified foods)ను ప్రజలకు సరఫరాచేయగలిగినట్లయితే వారి ఆరోగ్యం మెరుగుపడగలదని ఈ పథకాల ఆశయం. వేరుశనగ ప్రోటీనులను చేర్చిన గోధుమపిండి (పౌష్టిక ఆటా), ప్రోటీను అమ్లములు (Amino acids), విటమిన్లు, ధాతువులు అదనంగా చేర్చిన డబల్ రొట్టె (Modern Bread), బహుళ ప్రయోజనకాహారము (Multipurpose Food)- పుష్టి పటిష్టతం చేసిన ఆహార పదార్థాలలో కొన్ని.

వర్తమాన యుగంలో సాధించిన ఆహార్య వైజ్ఞానిక అభ్యున్నతి మూలంగా పారిశ్రామిక, వ్యావసాయక రంగాల్లో విప్లవాత్మకమైన మార్పులు ఎన్నో వచ్చినవి, వస్తున్నాయి. ఒక వంక నూతన వంగదాం సృష్టిద్వారా ఆహార ధాన్యాల పౌష్టిక విలువను పెంచటం లేదా వైజ్ఞానిక విలువను పెంచటం లేదా వైజ్ఞానిక యంత్రాంగ ప్రక్రియల ద్వారా ఆహార వస్తువుల పుష్టిని, సుసంపన్నం చేయడం జరుగుతోంది. మరోవంక ఆహార పదార్థాలలో పారిశ్రామిక వాణిజ్య వ్యాపార ప్రయోజనాల దృష్ట్యా గాని, లేక వాటి పేరిటగాని అనేక మార్పులు చేర్పులు జరుగుతున్నాయి. ప్రజలకు ఆహార వస్తువులు ఫ్యాక్టరీలనుండి, వ్యాపారస్తులనుండి, లేక ప్రభుత్వ గిడ్డంగుల నుండి, అనేక మార్గాల ద్వారా అందెలచెల మీద చేరుతున్నాయి. ఈ కారణాల వల్ల ఆహార వస్తువులను కల్తీచేయాటానికి వీలు చిక్కుతోంది. ఆహారంలోని పౌష్టిక విలువ తరగటానికి అవకాశం ఎక్కువవుతోంది. పరిశ్రమలు, బస్తీలు, పట్టణాలు విపరీతంగా పెరిగి పోవటంవల్ల మన పరిసరాలు, మన వాతావరణం కలుషిత మవుతున్నాయి. కల్తీ ఆహారంవల్ల కలుషితపరిసరాలవల్ల మన ఆరోగ్యానికి ముందెన్నడూ ఎరుగని తీవ్రమైన హాని కలుగుతుంది. సామాన్యంగా ధనిక పర్గాలలో సంభవించే ఇట్టి విపరీత పరిణామాలు అన్ని పర్గాల ప్రజలలోకూడ వ్యాపిస్తున్నాయి. అతివృష్టి అనావుష్టి, తదితర ఈతిబాధలవలన ఉత్పత్తి కొరవడి, ఆహార ధాన్యాలను విదేశాల నుండి దిగుమతి చేసుకొన వలసిన అవసరం కలుగుతోంది. ఇంకా క్రొత్త క్రొత్త సమస్యలు మనను ముట్ట స్తున్నవి. సక్రమమైన ఆహారం సరిపోయినంతగ సకాలంలో సరసమైన ధరిలకు ప్రజలకు అందించవలసిన బరువు, బాధ్యతలు ప్రభుత్వం మీద పడుతున్నవి. ఇట్టివిషమ పరిస్థితి దృష్ట్యా ప్రభుత్వపరంగా సరఫరా అయ్యే ఆహార పదార్థాలలోని పౌష్టిక ద్రవ్యాల లోటు

పాటను సవరించి వాటిని సుపుష్టికరంచేయటం, పుష్టికరమైన ఉపాహారములను ఉచితంగా లేక చౌకగా బలహీన వర్గాలకు అందచేయటం ఎంతయినా అవసరమని వీస్తుంది అయితే ఇట్టి కృషి కేవలం కృత్రిమ రసాయనిక పదార్థాలను ఉపయోగించిగాని లేక ఇతర దేశాల దయాధర్మాలు నర్థించి దిగుమతి చేసుకొన్న వస్తువులను వాడిగాని, కొనసాగించి నట్లయితే మనకును మన ఆరోగ్యానికిని క్రొత్త చిట్టలు కలిగే ప్రమాదం ఉంది. ఇట్లుగాక మన దేశంలోనే లభించగల వివిధ ఆహార పదార్థాలను సముచితంగా మేదావంతంగా సమ్మేళనంగావించి మనం వినియోగించ గలిగినప్పుడే మన ఆహారంవల్ల ఉత్పన్నమయ్యే ఆరోగ్య సమస్యలు తీరగలవు.

### సాత్వికాహారం - ప్రాకృతికాహారం :

ఇట్టి ఆహారమును గూర్చి ప్రపంచంలో చాలా కాలంగా కొంత ప్రగతిజీయమైన యోచన, ప్రయోగాత్మకమైన కృషి జరుగుతూ వచ్చినది. మన జీర్ణకోశం సహజంగా శాకాహార భోజనానికే గాని మాంసాహారానికి తగినది కాదని, మానవుడికి పండ్లు కూరగాయలు, కంద మూలాలు మొదలైన శాకాహారములే ప్రకృతినహజమైన ఆహారమని. సాత్విక గుణ సంపన్నమైన ఆహారాత్మిక సాధనలు ఇట్టి ఆహారం వల్లనే సాధ్యమని కొందరి విశ్వాసం. ఆపత్వాహారమే ఆరోగ్య ప్రదాయకమని, ఆహారాన్ని పచనము చేయుటవల్ల అందలి పౌష్టిక విలువలు దెబ్బ తింటాయని మరికొందరి నమ్మకం. ఆధునిక పారిశ్రామిక వైజ్ఞానిక విప్లవ ప్రభావం వలన ఈ ఉద్యమాల్లేమీ కూడా ప్రజల్లో విశేషంగా వ్యాప్తి చెందలేదు. వర్తమాన వైజ్ఞానిక యుగంలో ఆహారానికి శారీరకమైన, భౌతికమైన విలువ నివ్వటం జరిగిందేకాని, మానసిక, ఆధ్యాత్మిక వికాసానికి ఎట్టి ఆహారం తగునో, ఎట్టిది తగదో అనే

సమస్యను గురించి పరిశీలనలు జరుగలేదు. అయితే ఈ విషయంలో చారిత్రాత్మకములైన పరిశోధనలు, ప్రయోగాలు కొన్ని కావించి ముందు యుగాల ప్రజలకు మానసిక, ఆధ్యాత్మికారోగ్య ప్రధానమైన ఆహారంపై ఆసక్తి, శ్రద్ధ కలుగజేసిన గౌరవ ప్రతిష్ఠలు నవతరంలో మొదట గాంధీజీకి, తరువాత వినోబాజీకి దక్కినవని చెప్పవలసి ఉంది.

కేవలం శారీరక ఆరోగ్యము గాని, లేక మానసిక ఆధ్యాత్మిక ఆరోగ్యములు గాని మనం అను

దినం తీసుకునే ఆహారంపైనే ఆధారపడి ఉంటాయి. మన ఆహారం ఎట్టిదో మన ఆరోగ్యం కూడా అలాగే ఉంటుంది-అనే సత్యాన్ని ప్రతి పౌరుడూ గుర్తించ గలిగి సముచితాహారాన్ని సేకరించి, సేవించ గలిగిననాడు మనదేశపు ఆరోగ్య సౌభాగ్య లకు సుస్థిరమైన పునాదులు వేయబడ గలవు.

పి. వి. సూర్య ప్రకాశరావు.

## 177. వ్యవసాయము - వ్యవసాయాధార పరిశ్రమలు

వ్యవసాయముతోపాటుగ, దానితో ముడిపడిన పరిశ్రమలు కూడా మనకు అనాదినుండి పరిపాటిగా వస్తున్నాయి. సేద్యానికి కావలసిన పనిముట్లు, ఉపకరణాలు కర్షకులు తమంతట తామే తయారుచేసుకునే వారు. గ్రామంలోని వడ్రంగులు, కమ్మరులు తదితరులు ఇందుకు సహాయపడేవారు. సేద్యపు పశువులకు, పాడి పశువులకు కావలసిన మేత, దాణా, మందులు, మాకులు వ్యవసాయకులు స్వయంగా సమకూర్చుకొనే వారు.

ఇదే విధంగా వారు పండించిన ధాన్యాన్ని, తదితర పంటలను వారి అవసరాలకు అనుగుణ్యంగా తయారుచేసుకొనే వారు. కోసిన వైర్లను, కళ్ళము చేయించి, పశువులతో త్రొక్కించి, లేక తామే బండం మీదనో, చక్కెరం మీదనో మోది, ధాన్యాన్ని తూర్పార పట్టించి, శుభ్రముచేసి జాగ్రత్త చేసుకొనేవారు. ఎవరి ఇండ్లలో వారు వడ్లను దంపి, తొన్నలు, సజ్జలు, మొదలైన వానిని త్రొక్కి లేక విసరి, అన్నము, సంకటి, రొట్టెలు మొదలైనవి తయారు చేసుకొనేవారు. ఈ పనులన్నింటిని నిర్వహించటానికి కావలసిన సాధన సామాగ్రినంతా తామే తమ గ్రామాలలో సమకూర్చుకొనేవారు.

ప్రత్తి గిలకలతో దూదిని తయారుచేసి, ఏకి, కదుళ్లతోను, రాట్నాల మీదను, ఎవరి అవసరానికి నూలు వారు వడ్లక్కొనేవారు. చెఱకును గానుగలో ఆడించి బెల్లం వండుకొనే వారు. మగ్గలమీద వస్త్రాలనేత, గానుగ ఆడించి నూనెతీయటం మొదలయిన పనులు గ్రామంలోని కొన్ని కుటుంబాలలో జరిగేవి. కొంతమంది నీలిపైరును పెంచి నీలి మందును కూడా గ్రామాలలో తమంతట తాము తయారు చేసేవారు. కలబంద, జనుము, గోగు నుండి వారికి కావలసిన నారనుతీసి, త్రాళ్లు పగ్గాలు, మోకులు తయారు చేసుకొనేవారు.

గ్రామాలలో వ్యవసాయంతోపాటుగ అనువంశికంగా శతాబ్దాల తరబడి వర్ధిల్లిన ఈ గ్రామీణ పరిశ్రమలు, కుటీర పరిశ్రమలు కాలక్రమేణ దాలా వరకు షీఢించినవి. కొన్ని గ్రామాలలో కొంతవరకు ఇప్పటికీ ఈ పరిశ్రమలు కొనసాగుతున్నాయి. కాని ముఖ్యంగా మన దేశం పరప్రభుత్వ పరిపాలనలో మ్రగ్గిన కాలంలో ఇవన్నీ చాలావరకు కుంటు బడ్డాయి. తర తరాలుగా స్వయం సంపన్నంగా, స్వీయశక్తి సామర్థ్యాల మీద ఆధారపడి, అభ్యున్నతి పంథాన నడచిన మన గ్రామాలు స్వావలంబనను,

స్వయం సమృద్ధివి కోల్పోయి, ఆర్థికంగాను, నైతికంగాను బాగా దెబ్బ తిన్నాయి.

ఇదే సమయంలో పాశ్చాత్య దేశాలలో విజృంభించిన పారిశ్రామిక విప్లవ ప్రభావం మనవైపు కూడా ప్రసరించింది. గ్రామీణ ప్రాంతాల్లో వద్దమరలు, నూనె మిల్లులు, ప్రత్తి ఫ్యాక్టరీలు, నెలకొల్పబడ్డాయి. పట్టణాల సమీపంలో పెద్ద పెద్ద బట్టల మిల్లులు, పంచదార ఫ్యాక్టరీలు నెలకొన్నాయి. గ్రామాల్లో దంపుడు బియ్యపు పరిశ్రమ ఊడించింది; గానుగలు ఆడటం ఆగిపోయింది. కడుక్కు రాట్నాలు అటక లెక్కినాయి. నేత మగ్గులు మూలబడ్డాయి. తరతరాలుగా తమంతట తాము తమ ఇండ్లలోనో లేక తమ గ్రామాల్లోనో తయారుచేసుకొనే దంపుడు బియ్యం, గానుగ నూనె, పిండి, చేతితో వడికిన నూలు, నేసిన బట్ట, వండిన బెల్లం కరవైనాయి. వీటి స్థానే మరబియ్యం, ఫాక్టరీ నూనె, పంచదార, మిల్లుదారం, మిల్లుబట్టలు వెలసినాయి. పట్టు, తవుడు, గానుగపిండి, ప్రత్తి గింజలు గ్రామాలలో దొరకటం కష్టమయింది. నిత్యజీవనసరవస్తువుల కొరకు పల్లె ప్రజలు బస్తీలకుపోయి ఫ్యాక్టరీల నుండిగాని వ్యాపారస్థుల నుండిగాని కొనుగోలు చేసుకొనవలసి వచ్చింది. వ్యవసాయాధారంగా నెలకొన్న గృహ, గ్రామీణ పరిశ్రమల పునాదులపై నిర్మించబడి తరతరాలుగా వర్ధిల్లిన గ్రామీణ ఆర్థిక వ్యవస్థ క్రమేణ చితికి పతనమైంది.

స్వాతంత్ర్య సమరపార్జన కొరకు మన దేశం సాగించిన ఉద్యమంలో గాంధీజీ సృజించిన నిర్మాణాత్మక పథకం (Constructive Programme) ప్రముఖ స్థానాన్ని వహించింది. ఇందులో గ్రామీణ పరిశ్రమల పునరుద్ధరణకు అత్యంత ప్రాధాన్యము ఇవ్వబడింది. గ్రామాలు పునరుజ్జీవనం చెందాలంటే పల్లెప్రజలు వారి వారి పనులు, పాటులు వారే నిర్వహించుకొని గృహ పరిశ్రమలు, గ్రామీణ పరిశ్రమలు మళ్ళీ యథావిధిగా నిర్వహించాలని, గ్రామ

స్థులు తమ నిత్యావసరాల కొరకు పరాధీనమైనంత వరకు పరపీదన, పారతంత్ర్యము మనకు తప్పవని నిజమైన స్వాతంత్ర్యసిద్ధి స్వయంసమృద్ధి వల్లనే యని గాంధీజీ ఉద్ఘోషించారు. అట్టి సంపన్న గ్రామ జీవన పునరుద్ధరణ కొరకు ఆయన తన శక్తులనూ, జీవితాన్ని ధారపోశారు.

మనకు స్వాతంత్ర్యం వచ్చి, గాంధీజీ మరణించిన తరువాత ఆయన ఆశయాలను, ఆదర్శాలను, ఆచరణలో పెట్టటానికి కేంద్ర, ప్రభుత్వం అఖిల భారత ఖాదీ, గ్రామీణ పరిశ్రమల సంస్థను నెలకొల్పటం జరిగింది. గత మూడు దశాబ్దాలుగా ఈ వ్యవస్థ-పల్లెసీనుల్లో మళ్ళీ పరిశ్రమలు ఊపిరి పోసుకొని, గ్రామ సౌభాగ్యాన్ని పెంపొందించి ఆర్థికంగా గ్రామాలను స్వయంసమృద్ధులుగా మార్చి స్వాతంత్ర్యం చేయటానికి శాయశక్తులా కృషిచేస్తోంది. గాంధీజీ ఆశయానుసారం స్థాపించబడిన అఖిల భారత సర్వసేవా సంఘం వారుకూడ, ఈ కృషిని విశేషంగా సాగిస్తున్నారు.

అయితే ఇదే సమయంలో రెండవ ప్రపంచ యుద్ధానంతరం కలిగిన తీవ్రమైన సాంకేతిక విప్లవం (Technological Revolution) వలనగా పాశ్చాత్య దేశాల్లోను, జపాను దేశంలోనూ పారిశ్రామిక ఆర్థిక రంగాలలో అపూర్వమైన విజయాన్ని, అభివృద్ధిని సాధించటం జరిగింది. గత శతాబ్దంలో జరిగిన పారిశ్రామిక విప్లవం (Industrial Revolution) వలెనే ఈ శతాబ్దిలో సంభవించిన సాంకేతిక విప్లవం కూడా ఆర్థిక, సామాజిక వ్యవస్థల రూపాన్ని, విలువలను పూర్తిగా మార్చివేసింది. ముఖ్యంగా శరీర శక్తి, చేతి పరిశ్రమలస్థానే యాంతిక శక్తి, యాంతిక పరిశ్రమలు ప్రబలి, వ్యక్తి స్వశక్తి మూలకమైన ఆర్థిక వ్యవస్థకు బదులు ఆపారమైన ఆర్థిక సంపదను, శక్తిని చేజిక్కించుకొన్న వ్యక్తులూ, సంఘాలూ, విజృంభించటం జరిగింది.



సాంకేతిక విప్లవంతో బాటు అనేక రంగాలలో విప్లవాత్మకమైన పరిణామాలు, పర్యవసానాలు కలిగినాయి. పారిశ్రామిక రంగంలో సంపూర్ణ యాంతీకరణం (Automation), వ్యవసాయ రంగంలో సస్యశ్యామల విప్లవం (Green Revolution), ఇతర రంగాలలో కంప్యూటర్ల ఉపయోగము (Computerisation), ట్రాన్సిస్టర్ల ఉపయోగము (Transistorisation) ఇందుకు కొన్ని ఉదాహరణలు. ఇదే విధంగా సామాజిక, ఆర్థిక పరిజ్ఞాన శాస్త్రాలలో కూడా అభ్యుదయమైన మార్పుకలిగింది. వివిధ రంగాలలో ఉద్బాదక శక్తిని పెంచే లక్ష్యంతో సాగించిన ఉత్పాదక ఉద్యమం ద్వారాను, ఉత్పాదనకు సంబంధించిన ఆధునిక నిర్వహణ శాస్త్రం (Modern Management Science) మూలకంగాను, వ్యవసాయం, పాడి పరిశ్రమ, కోళ్ల పరిశ్రమ, చేపల పరిశ్రమ, ఉన్న పరిశ్రమ మొదలయిన వాటిలో ఉత్పత్తిని ముందెన్నడూ కనీసం ఎరుగని స్థాయికి పెంచటం జరిగింది.

వ్యవసాయోత్పత్తిలో మామూలుగా వృథా అయ్యే ఎస్తువులనుండి ఉపయోగకరమైన ఎస్తువులన్నీ అయారపు తున్నాయి. ఈ కారణంగా పంటలు, కైర్లు సంపూర్ణ సవ్యనియోగం కావటానికి, అవశాసాలు బాగా పెరిగాయి. వ్యవసాయక ముడి ఎస్తువుల నుండి పరిశ్రమల ద్వారా తయారయే వస్తువుల సంఖ్య విపరీతంగా పెరిగింది. అదే విధంగా వాటివిలువ కూడా పెరుగుతోంది. పరిశ్రమల వలన పొందిన లాభాలను, సాంకేతిక విజ్ఞాన రంగంలో సాధించిన సత్ఫలితాలను, వ్యవసాయోత్పాదనలో ప్రవేశ పెట్టి తద్వారా వ్యవసాయక ఫలితాన్ని, ఆదాయాన్ని రెట్టింపు జేయడం జరుగుతోంది.

గడచిన కొన్ని దశాబ్దాలలో వ్యవసాయోత్పాదకాలను యాంతీక పరిశ్రమలతో ముడివేసి, ఆధు

నిక పారిశ్రామిక వ్యవస్థా నిర్వహణ రీతులను వ్యవసాయ రంగంతో జోడించి, ఉభయ రంగాలలోను అత్యంత ప్రగతిని, ప్రయోజనాన్ని సాధించిన వ్యవసాయ కేంద్రక పరిశ్రమలను కొన్నింటికి ఉదాహరణలు :

తేయాకు, కాఫీ, రబ్బరు; దొర పొగాకు  
= నీగరెట్లు; చెబుత-చక్కెర-సారాయము  
రసాయనాలు;

మొక్కజొన్న - గ్లూకోస్, గంజి మొదల;  
ప్రత్తి-బట్టమిల్లులు; పండ్లు-పూరగాయలు  
-నిల్వచేసిన వస్తువులు.

ఉదకమండలం, మలబారు, కూర్గ, అస్సాం కొండల్లో, తేయాకు, కాఫీ, రబ్బరు, తోటలు పెంచే అవకాశాన్ని పురస్కరించుకొని, అవట తేయాకు, కాఫీ, రబ్బరు పరిశ్రమలు సత్వర వృద్ధిలోనికి రావటం జరిగింది. పరిశ్రమల అభివృద్ధి వలన ఆయా పంటల విస్తరణకు, వాటి ఫలితాలను, గుణమును పెంపొందించటానికి మార్గం ఎరుగింది. దుర్గమమైన పవిత్ర అరణ్యప్రదేశాలలో కూడా ఇట్లు అనోన్యత ప్రేరకంగా, సహాయకంగా పంటలు, పరిశ్రమలు వృద్ధిచెంది అచ్చటి ప్రజలకు అనేక సౌకర్యాలు, సదుపాయాలు చేకూర్చాయి.

నీగరెట్ల పరిశ్రమ అభివృద్ధి చెందటానికి దొరపొగాకు సాగు ఎంతైనా ఉపకరించింది. ఈ పరిశ్రమవల్ల పొగాకు సాగులోను, పొగాకు తయారీ విధానాలలోను (అంటే క్యూరింగ్, గ్రేడింగ్ మొదలైనవి) చాలా మార్పులు వచ్చినవి. పైగా పొగాకు పండించే వారే క్యూరింగుకు కావలసిన అవసరాలను నెలకొల్పి, తమ పొగాకును తామే శాస్త్రబద్ధంగా సిగరెట్ల పరిశ్రమకు కావలసిన రీతిగా తయారు చేసుకో గలుగుతున్నారు. పొగాకు విత్తనాల నుండి నూనె తీయుట, పొగాకు తుక్కు, కాడల నుండి రసాయనముల తయారీ-పరిశ్రమలు వృద్ధిలోకి వచ్చినాయి.

చక్కెర పరిశ్రమ ప్రోత్సాహంతో ఎక్కువ పంట, ఎక్కువ చక్కెర నిచ్చే రకాలు సృష్టించడం జరిగింది. నీటి ఎద్దడికి తట్టుకునే రకాలు కూడా తయారయినాయి. చెఱకు పిప్పినుండి ఫర్ ఫురాల్ (Furfural) అనే రసాయనం, కాగితం ఇన్సులేషన్ బోర్డు (Insulation board), మైనము; చక్కెర తయారీలో మిగిలిపోయే మొలాసస్సుల నుండి సారాయము; సారాయము నుండి వివిధ రసాయనములు తయారగు చున్నాయి.

ఇదే విధంగా ఇతర పంటల విషయంలో కూడా అటు వ్యవసాయోత్పాదన రంగంలోను, ఇటు పారిశ్రామిక రంగంలోను ప్రగతి శీలమైన మార్పులు, ఉభయ తారకమైన పరిణామాలు ఎన్నో వచ్చాయి.

భారీ పరిశ్రమాభివృద్ధి మూలకంగా వ్యవసాయం, వ్యవసాయాభ్యున్నతి ఫలితంగా పెద్ద పెద్ద పరిశ్రమలు ప్రస్తుత యుగంలో పరస్పరానుబంధంగా వృద్ధి పొందుతూ వస్తున్నాయి. అయితే ఈ వృద్ధి వలన పెద్ద పెట్టుబడిదారులు పారిశ్రామిక వేత్తలు, మోతుబరి వ్యవసాయదారులు ఎక్కువగా లాభ పడుతున్నారు. కాని చిన్న చిన్న వ్యవసాయదారులు, వ్యవసాయాధారంగా బ్రతికే పనివారలు, కూలినాలి చేసుకొని పొట్ట పోసుకొనే పల్లెప్రజలు - సరియైన పనిపాటలు లేక - దారిద్ర్యమునుండి, నిరుద్యోగ పరిస్థితినుండి బయట పడలేక పోతున్నారు. నిరుద్యోగులు, నిరుపేదలు పెక్కు మంది పట్టణాలకు, పారిశ్రామిక వాడలకు తరలి పోతున్నారు. నిరుద్యోగ సమస్య ఇదివరకే దేశవ్యాప్తంగా ప్రబలియున్న కారణాన పల్లెప్రజలు వలసపోయిన ప్రాంతాలలో ఈ సమస్య మరింత తీవ్రరూపం దాల్చటం జరుగుతోంది. ఇట్టి విపత్కర పరిస్థితి నుండి మన దేశమును తప్పించుటకే యుగ పురుషుడు గాంధీజీ, ఏబది సంవత్సరముల క్రిందనే మన దేశ చిరసౌభాగ్యానికి గ్రామీణ పరిశ్ర

మలే జీవగ్రయనీ, గ్రామాలు స్వశక్తిమీద ఆధార పడి, స్వయం సమృద్ధం కాంతవరకు మన దేశానికి స్థిరమైన, సంపూర్ణమైన స్వాతంత్ర్యం, స్వరాజ్యం లభించజాలవని నొక్కి వక్కాణించారు.

వీటన్నింటి దృష్ట్యా వ్యవసాయ పరిశ్రమలను శీఘ్రంగా పునరుద్ధరించ వలసిన అవసరం ఎంత యినా ఉంది. అందుచే సామాజిక సంక్షేమానికి జాతిప్రగతి ప్రయోజనాలకు అంకితమయే రీతిగా నవ్యశాస్త్రీయ విజ్ఞానాన్ని వ్యవసాయాత్మక పరిశ్రమాభివృద్ధి రంగంలో బృహత్తర స్థాయిని ప్రయోగించి, మన దేశంలో కూడ మహాన్నతిని సాధించే సదవకాశాలు లేకపోలేదు.

పెద్ద ఎత్తున ప్రయత్నించి వ్యవసాయ యోగ్యం చేయవలసినవేగాక చేయదగిన గిరిజన ప్రదేశాలు, మన్యప్రాంతాలు, ఊషర క్షేత్రాలు మొదలైనవి మన దేశంలో ఇంకా ఎన్నో ఉన్నాయి. వ్యవసాయోత్పత్తిలో ప్రస్తుతం వృథాగా పోతున్న వస్తువుల సమీక్షనియోగానికి గురుతరమైన కృషిజరిపి, తద్వారా దేశానికి కలుగుచున్న విపరీతమైన నష్టాన్ని క్రింద ఉదహరించిన రీతులలో నివారించవలసి యున్నది:

ప్రస్తుతం కొన్ని లక్షల టన్నులలో వృథాగా పోయే ప్రత్తిగింజల నుండి ఆహారయోగ్యమైన నూనె ప్రొటీనులను తీయుట;

వరి, చిట్టు, తవుడు నుండి భుజించుట కుపయోగింపదగిన నూనె తీయుట;

వేరుశనగ పిండి, తెలకపిండి మొదలైన వానిలో మిగిలిపోయిన నూనెను, అందలి ప్రొటీనులను రాబట్టుట;

వేరుశనగ పొట్టునుండి, వరిపొట్టునుండి, చెఱకు పిప్పినుండి, ఆముదపు పిప్పినుండి విలువైన వస్తువులను తయారుచేయుట;

సుగంధద్రవ్య ఉత్పాదనలో మిగిలిపోయే పొట్టు నుండి, తుక్కునుండి అమూల్యమైన తైలముల (Essential oil) తయారీ మొత్తం లైనవి.

ఈ విధంగా చేపట్టవలసిన పరిశ్రమలను సంఘటిత పరచి నవీన వ్యవస్థా నిర్వహణ ప్రక్రియల (Modern Management Techniques) ద్వారా ఉభయ రంగాలలోను ఉత్పాదక శక్తిని, రాబడిని (Overall Economic Returns) అభ్యుదయ దోహదాలు సాధించిన మహాస్మిత స్థాయికి తీసుకొని

పోవలసి యున్నది. వర్తమాన యుగంలో వ్యవసాయ పారిశ్రామిక అభివృద్ధి (Agro-Industries Development) ఒక మహా ఉద్యమం లాంటిది. దీని సాధనంగా దేశంలో అశేష ప్రజానీకానికి ప్రస్తుతం కొరవడన కూడు, గుడ్డ, ఆశ్రయం, ఉపాధి లభించే అవకాశం ఎంతైనా ఉంది.

డా॥ పి. వి. సూర్యప్రకాశ రావు.

## 173. వ్యవసాయ ఆర్థిక పురోభివృద్ధి

రానున్న సంవత్సరంలో వ్యవసాయరంగమే ఆర్థికాభివృద్ధికై ముఖ్యమైన పాత్ర వహించక తప్పదు. మన దేశములో నానాటికీ పెరుగుచున్న నిరుద్యోగ సమస్యను పరిష్కరించుటయందు పరిశ్రమలలోపాటు వ్యవసాయాభివృద్ధి కూడా చాలా అవసరము. విదేశీ మారక పదార్థవ్యతరత, వ్యవసాయ భూముల తరుగుదల, అధిగమిస్తున్న నిరుద్యోగ సమస్య మన దేశములోని ఆర్థిక వ్యవస్థ వ్యవసాయాభివృద్ధిపై ఆధారపడవలసిన అవశ్యకతనే సూచించుచున్నవి ఇట్టి పరిస్థితులకు అనుగుణమైన సాంకేతిక విధానమును పాటించినప్పుడే ఆర్థిక ప్రగతి వృద్ధి చెందగలదు.

దేశపరిస్థితులకు సరియైన సాంకేతిక విధానమును సూచించు విషయంగా రైతు శత్రుత్తి విధానమందు ఎదుర్కొనుచున్న సమస్యలన్నింటినీ పరిశీలించవలసి యున్నది సాంకేతిక విధానావలంబనము రెండు ప్రధానాంశములపై - వ్యక్తి సంబంధ

విషయము, సాంఘిక విషయము అనువానిపై ఆధారపడి యున్నది. వ్యక్తి సంబంధ విషయమున దగుబడి లాభము, ఉత్పాదకముల ధరల వ్యత్యాసములు, సాంకేతిక విద్య మరియు ఆర్థిక పరిస్థితులును; సాంఘిక విషయమున, భూమి సేతముల ఆధీనత, పెట్టుబడి మరియు ఇతర ఉత్పాదకముల ఆధీనత ముఖ్యమైనవి. గ్రామజీవనంలోని సంఘ వాతావరణము, ఉత్పత్తి విధానము, ఉద్యోగావకాశాలు, సంఘ ఆర్థిక వ్యత్యాసాలు కూడా సాంకేతిక విధాన మవలంబించుట యందు గమనించదగ్గ విషయాలు. సాంకేతిక విధాన విషయమున గమనించదగిన మరొక్క విషయము ఎవనగా మనము వ్రారంభించు పథకాలు కొందరికి మాత్రమే సహాయపడక ఎక్కువ జనాభాకు సహాయము రీతిగా వుండవలెను. సాగుభూమి, పెట్టుబడి ఆధీనత విధానములు ఆదాయాభివృద్ధి మరియు ఆదాయ విభజనపై ఆధారపడి యుండును. వీటి ఆధారంగా సంఘంలో తాత్కాలికమైన ఉద్యోగావకాశాలు ఏర్పడును.

వ్యక్తిగత భూకమతముల విస్తీర్ణమును బట్టి ఆధునిక వ్యవసాయ విధానములు విస్తరించును. ఈ కమతముల విస్తీర్ణము సాంకేతిక విధానములకు అవరోధము కలిగించినప్పుడు అనువైన రీతులలో సాంకేతిక విధానమును మార్చవలసి యుండును.

ఆధునిక వ్యవసాయ పద్ధతులవల్ల పెద్ద కమతములలో ఎకరము దిగుబడి ఎక్కువ ఉన్నప్పటికి ఉద్యోగావకాశాలను విస్తరించుట యందు పెద్ద కమతములు సహాయపడవు. భూకమతముల స్వాధీనత సరియైన విధానములో వుండినట్లయితే కమతములు చిన్నవయినప్పటికి, ఎక్కువ వ్యవసాయ సాగుబడి సాంద్రతవల్ల, ఎకరము దిగుబడి ఎక్కువగును. పరిమితమైన ఉద్యోగావకాశాలు, తక్కువ ఆదాయాలు మరియు విపరీత రాబడి వ్యత్యాసాలవల్ల

కొనుగోలు శక్తి తగ్గి, శరీర పోషణ చాల దెబ్బ తినుచున్నది. ప్రజల జీవితప్రమాణము హెచ్చు చేయుటమే మూలధ్యేయము; కాబట్టి మన ఆర్థిక వ్యస్థను ఉద్యోగావకాశాలను విస్తరించుటయందు సహాయపడు రీతిగా మార్పుకొనవలెను.

పై చర్చించిన పరిస్థితుల కారణంగా ఉత్పత్తిని అధికంచేసే సాంకేతిక ఉద్యోగ అవకాశాలను, విస్తరించి, ఆదాయములను అభివృద్ధిపరచుచూ సంఘములోని పరస్పర ఆర్థిక వ్యత్యాసాలను తగ్గించి, విదేశ మారక ద్రవ్యము సంపాదనకు తోడ్పడే సాంకేతిక విధానాలను కనుగొనుటయే గాక రైతులకు ఆర్థమగు రీతిలో వానిని విస్తరింప చేయుటయే నేటి ముఖ్య అవసరము.

ఆచార్య కే. యన్. సూర్యనారాయణ.

# XI

## భూగోళ శాస్త్రము

### పీఠిక

విజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగాలలో భూగోళ శాస్త్రం ఒకటి. దీనికి ఒక ప్రక్క భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగాలతోనూ ఇంకొక ప్రక్క మానవ లేదా సాంఘిక విజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగాలతోనూ కూడా సన్నిహిత సంబంధం ఉంది. ఒక విధంగా ఈ అనుబంధమే భూగోళశాస్త్రం ఒక ప్రత్యేక విజ్ఞాన శాస్త్రంగా పురోభివృద్ధి చెందటానికి కారణమనవచ్చు. మానవుడు తన పరిసరాలను మొట్టమొదటగా గుర్తించి మొదలు, పరిసరాలను అవగాహన చేసికోవటం, మారుతున్న పరిసరాల కనుగుణంగా తానునుసరించటం (Adapting)-అంతేకాక ఇటీవల దశాబ్దాలలో తన అవసరాలకు తగ్గట్టుగా పరిసరాల సహజ స్వభావాన్ని సైతం కొంతవరకు మార్చటం కూడా తెలిసికొన్నాడు. వ్యక్తిగత జీవనం విషయ వంతం కావాలంటే భౌతిక, సాంఘిక పరిసరాల అవగాహన అవసరమని చెప్పాలి.

భూగోళశాస్త్రంలోని వివిధ విభాగాలను గూర్చి, డిజ్ మాత్రంగా (స్థూలంగా) తెలుసుకొనేందుకు, ఈ సంపుటిలో పొందుపరచిన వ్యాస పరంపర సహాయ పడుతోంది. సాధారణ చదువరి దృష్టిలో భూగోళశాస్త్రం అంటే భౌతిక పరిసరాలకు సంబంధించిన పరిశీలన అని చెప్పవచ్చు. కాని ఆధునిక భూగోళశాస్త్రం మానవ సంక్షేమానికి అంతే అవసరమైన సహజ వనరులపైకూడా ఎక్కువ పభావం కలిగి ఉంటుంది. అందువల్లనే ఈ సంపుటిలోని ప్రథమ వ్యాసం 'సహజ వనరులు-భూగోళశాస్త్రం' అనే అంశం గురించి ముచ్చటిస్తుంది.

మానవుడు తొలుదొల్ల నదీలోయల వెంబడి, మైదానాల వెంబడి స్వల్పమైన పరిసరాలలో తన

జీవితం కొనసాగించాడు. క్రమంగా గ్రామీణ ప్రాంతాలలో అతను స్థిరనివాసం కల్పించు కొనినాడు. ఈ వాడు కూడా ప్రపంచ జనాభాలో విశేష భాగం గ్రామీణ ప్రాంతాలకే చెంది ఉంది. అయితే మానవుడు స్థిరనివాసం కల్పించు కోవటం అనేది విభిన్న కారకాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది. ఇటువంటి కారకాలలో భౌతిక శీతోష్ణ స్థితి కారకాల ప్రాబల్యం ప్రధానమై ఉంటుంది. శాస్త్ర సాంకేతిక విజ్ఞానాభివృద్ధితో సహజవనరులు లభించే కొన్ని ప్రదేశాల సమీపంలో తగిన వ్యాపార దక్షత, సరకుల కొనుగోలు శక్తి మొదలైనవి సమకూరటంతో, వాణిజ్యం, పరిశ్రమలు అభివృద్ధి చెందసాగాయి. ఇటువంటి ఆర్థిక పరమైన విషయాలను గూర్చి పరిశీలించే విభాగమును ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రము అని అంటారు. మానవుడు మంచి అవకాశాల కోసం క్రమంగా పల్లెల నుండి పట్టణాలకు తరలి పోవటంతో పట్టణాలు, నగరాలు, మెట్రో పోలిటన్ ప్రాంతాలు (Metropolitan areas) వరుస వెంబడి రూపొందాయి. విభిన్న మనస్తత్వాలు, సామర్థ్యాలు, కలిగి ఉన్న మానవులు ఒక చోట గుమిగూడటంతో సాంఘిక తన్యత (Social tension)కు దోహదపడింది. సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం అనే విభాగం సంఘ బలాలు (Forces) సమర్థజవల్ల కలిగే లాభకర, మరియు హానికర ఫలితాలను గూర్చి విమర్శిస్తుంది.

భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు తాను గమనించిన శాస్త్ర విషయాలను స్కెచ్ లు, మాన (కొలత) చిత్రాల సహాయంతో విపులీకరించ వలసి ఉంటుంది. ఒక విధంగా ఈ మనచిత్ర నిర్మాణము (రచన) అనే

కళ అతని విద్యుత్త ధర్మాలలో ఒకటి. ఈ కళను గూర్చి ప్రస్తావించునదే మాన చిత్రలేఖన (Cartography) శాస్త్రము. ఈ కళ ముఖ్యంగా భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుని పరిజ్ఞానముపైన, పదార్థాల (పరికరాల) పైన ఆధారపడి ఉన్నప్పటికీ శత్రువేగంతో వెలువడుతున్న మానగ్రత నిర్మాణంలోని సూతన ప్రక్రియలవల్లను ముద్రణా సాంకేతిక విజ్ఞానం (Printing Technology) లోని పరిశోధనలు కారణంగాను క్రమంగా పురోభివృద్ధి చెందుతుంది.

భూస్వరూపాల ఆవిర్భావాన్ని గూర్చి వివరంగా ముచ్చటించే శాస్త్ర విశాగాన్ని భూస్వరూప శాస్త్రమని అంటారు. మానవుడు తన మనుగడ కోసం మాతృభూమిపై ఎంతో ఆధారపడి ఉన్నాడు. అందువల్ల భౌతిక గాతాను నివసించేనై సగ్గరి ప్రాంతాన్ని గూర్చి అతను కొంత తెలిసికొంటుంది. ఈ

సంపుటిలోని చివరి రెండు వ్యాసాలు - (1) ఆంధ్ర ప్రదేశ్ భౌతిక భూగోళ శాస్త్రము గురించి (2) భారత భౌతిక భూగోళ శాస్త్రము గురించి వాసినవి. ఈ రెండు వ్యాసాలు ప్రతి ఆంధ్రుడు మరియు పరిభ్రాతీయుడు అతని రాష్ట్ర దేశ భౌతిక భూగోళ శాస్త్రాలను తెలిసికొనుటకు ఉపకరిస్తాయి.

బహుళమైన భూగోళ శాస్త్రయొక్క విభిన్న విభాగాలను గూర్చి ముక్తసరిగా 100 పేజీలలో వ్రాయటం సులభమైన పనికాదు. అయినా ఇందలి వ్యాసాలు చదువులకు భూగోళ శాస్త్ర విజ్ఞాన రహస్యాలను గూర్చి తగినంత అసక్తిని కలుగజేసి తదితర విజ్ఞాన అన్వేషణకు (సంపాదనకు) నాందిభూతములు కాగలవని ఆశిస్తున్నాము.

డా. ఆర్. వైద్యనాథన్

## 180. భూగోళము - వనరులు

భూగోళ శాస్త్రము మానవ ప్రకృతి సంబంధాన్ని అధ్యయనం చేస్తుందని నిర్వచించవచ్చు. ప్రకృతిలో ఉన్న వనరుల విస్తరణ, వాటి ఉనికి, ఉపయోగం గురించి భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు చర్చిస్తాడు. వనరులంటే ఏమిటి? దానిని పలువిధాలుగా తెలుపవచ్చు. మానవుడు ప్రకృతినుంచి లభించిన ముడి పదార్థాలకు చెందిన సూతన ఉపయోగాలను, బహుళ ఉపయోగాలను తెలుసుకోవడానికి అవచ్చిన్నంగా ప్రయత్నిస్తూనే ఉన్నాడు. మానవుని వృత్తుల అవధిలో ప్రకృతిద్వారా స్వేచ్ఛగా దొరికిన పదార్థాల సహజ వనరులని భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు సహజంగా అర్థం

చేసుకున్నాడు. ప్రస్తుతము ఈ అవధి భూమి పరితలానికి సుమారు 20కి.మీ.పై వరకును భూమ్యంతర్భాగంలో సుమారు 6.కి.మీ. లోపల వరకు ఉంటుంది.<sup>1</sup>

సహజ పరిసరంలో ఉన్న పదార్థాన్ని అంటే భౌతిక, జైవిక రాశిని, మరియు శక్తిదాయకములు మొదలగు వాటిని “సమస్త పదార్థమని” వివరించవచ్చు. ఈ భూమికి కావలసిన ప్రధాన శక్తి సాధనము సూర్యుడు. భూమి ప్రతిదిమున  $17 \times 10^{13}$  K.W. సౌరశక్తి పొందుతుంది. మన భూమిగ్రహము బరువు  $6.6 \times 10^{21}$

1. కెడుగోపాల్. బి. ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రము; తెలుగు అకాడమి. హైదరాబాదు

టన్నులు ఉంటుంది. ఈ రెండింటి నుంచి సమస్త పదార్థాలను పొందుతాము. ఇంత సమృద్ధిగా పదార్థము ఉన్ననూ దానిలో అధిక భాగమును మానవుడు ఉపయోగించటంలేదు. ప్రస్తుత సాంకేతిక విద్యతో ఈ అపార పదార్థాన్ని అందుకోలేదు. ఈ పదార్థము వనరుగా ఏర్పడవలె నంటే అది మానవునికి ఉపయోగకరంగా ఉండవలె. అతని ఆహార - గృహ - వస్త్ర అవసరాలను తీర్చవలె. కాబట్టి 'వనరు' ఒక సాంస్కృతిక భావన. ఈ వనరుయొక్క అంచనా సాంకేతిక విద్యాభివృద్ధితోను, సామాజిక, ఆర్థిక సామాజిక భౌగోళిక పరిస్థితుల మార్పులతోను క్రమంగా మారుతూ ఉంటుంది.

ఈ. డబ్ల్యు. జిమ్మర్మాన్ అనే పండితుడు వనరులను ఈ విధంగా నిర్వచించినాడు. "వనరులు అవసరాలనుతీర్చే సాధనాలు కాబట్టి ఇవి ఉపయోగకరమైనవి. వనరుకు ప్రయోజనము ఉండటమే ఒక గుణము." నీరు, గాలి, సూర్యరశ్మి, భూమి, భూమి పైనఉన్న మృత్తిక, అటవీ, ఖనిజ సంపద, యంత్రాలు, అభిలవణీయ జనాభా మొదలైనవన్నీ ఉపయోగకరమైనవే. అందువల్ల అవి అన్నియూ వనరులు అవుతాయి.

వనరులు మానవునికి సంబంధించినవి, క్రియాత్మకమైనవి (Functional). ఒక వస్తువు దాని క్రియాత్మక గుణంవల్ల అది వనరుగా పరిగణితమవుతుంది. పెట్రోలియం మనకు వనరు. అది దాని ఆకారం వల్లగాని, రంగువల్లగాని దుర్లభతవల్లగాని వనరు కాలేదు. దానికి మానవుని అవసరాలను తీర్చేగుణం ఉన్నందువల్లనే వనరుగా పరిగణితమయినది. చరిత్రపూర్వపు మానవునికి భూమ్యంతర్యాగంలో ఉన్న ఖనిజాల నిక్షేపాలు (ఉదా :- బొగ్గు, చమురు, ఇనుపదాతువు మొదలైనవి) వనరులుగా ఉండేవి కావు, ఎందుకంటే

వీటి ఉపయోగాలు ఆనాటి మానవునికి తెలియవు. వనరుల క్రియాశీలత ఒక కాలంనుంచి మరొక కాలానికి, ఒక స్థలంనుంచి మరొక స్థలానికి మారవచ్చు.

సహజ పరిసరంలోఉన్న సమస్త పదార్థంలో ఏకొద్దిభాగాన్నిమాత్రమే ఉపయోగించడంజరుగుతూ ఉంది. తక్కిన వనరులు ఉపయోగంలో లేనివి తటస్థ పదార్థాలు కావచ్చు; లేదా నిరోధకాలు కావచ్చు. అందువల్ల ఈ సమస్త పదార్థాన్ని మూడు భాగాలలో విభజించవచ్చు అవి: (1) వనరులు, (2) తటస్థ పదార్థాలు. (3) నిరోధకాలు. వ్యక్తికి సమాజానికి ఉపయోగమైనవి, కానివి; నిరుపయోగమైనవి, కానివి వస్తువులుకూడా ఉంటాయి వీటిని తటస్థ పదార్థాలు అంటారు. పెట్రోలియం 1750 సం॥ మునుపు ఒక తటస్థ పదార్థము; యురేనియమ్, థోరియమ్ కొన్ని సంవత్సరాలకు మునుపు తటస్థపదార్థాలుగా ఉండేవి. అదే విధంగా మానవునికి హానికరమైన పదార్థాలు ఉంటాయి. ఉదా :- చక్రవాకాలు, అతివృష్టి, అనావృష్టి, వ్యాధులు మొదలైనవి. సాంకేతిక నైపుణ్యము అభివృద్ధి చెందినకొంది తటస్థపదార్థాలు నిరోధకాలు, తగ్గుతూ ఉంటాయి. మానవ సమాజం అదిమ దశలో నున్నప్పుడు వనరులు చాలాతక్కువగాను, నిరోధకాలు, తటస్థ పదార్థాలు చాలా ఎక్కువగాను ఉండేవి.

భూగోళశాస్త్రజ్ఞుడు సహజ వనరులను ప్రధానంగా మూడు భాగాలలో వర్గీకరిస్తాడు. అవి: (1) చిరస్థాయి వనరులు, (2) పునఃస్థాపక వనరులు, (3) తరిగిపోయే వనరులు.

(1) చిరస్థాయి వనరులను తిరిగి రెండు భాగాలుగా విభజించ వచ్చు: (a) ప్రత్యక్షసౌర శక్తి (b) అప్రత్యక్ష సౌర శక్తి ప్రత్యక్ష సౌర శక్తిలో భూ భౌతిక వనరులు (Geophysical resources) వస్తాయి. ఉదాహరణకు :- పవనాలు,

(1) పునఃస్థాపన మైనవి: కిరణజన్య సంయోజక వనరులు ఉదాహరణకు :- పంటలు, కలప, ఉక్కిళ్లు సంపద మొదలైనవి ఇవికాక అభిలంఘన జనాభా, జంతువుల కూడా ఇందులో చేరుతాయి.

(2) తరిగిపోయే వనరులు రెండు రకాలు: (a) ఉపయోగంవల్ల కలిగించేవి. ఉదాహరణకు బొగ్గు పెట్రోలియం, సహజ వాయువు మొదలైనవి. b) పునఃచక్రియ వనరులు. ఉదాహరణకు ఇనుము, అల్యూమినియం, రాగి, లోహాలు.

మానవునికి ఉపయుక్తంగా ఉన్న సహజ వనరులు సంపూర్ణ పదార్థంలో చాల కొద్ది భాగమని నిపుణుల అంచనా ప్రకారము. <sup>1</sup> ప్రపంచ భూవినియోగము (Land utilisation)

భూవినియోగము.	మిలియన్ చ.కి.మీ.లు.	శాతము.
వ్యవసాయ భూమి	12. 8	9. 2
అభివృద్ధి భూమి	3. 79	2. 8
తృణభూములు.	21. 87	16. 2
అటవీ ప్రాంతము,	40. 24	29. 8
వ్యవసాయ యోగ్యం కాని ఇతర భూమి	56. 89	42. 1
మొత్త భూస్థల ప్రాంతము.	185. 09	

ప్రస్తుత శాస్త్రజ్ఞుల అంచనా ప్రకారం ఇంచుమించు 49 శాతం భూమిని సాగులోనికి తేవచ్చు. ఇందులో ఉత్తమమైన మృత్తిక ప్రాంతాలు అక్కడక్కడ ఉన్నాయి ప్రధాన ఖనిజాల విస్తరణ చాలా అసమానంగా ఉంది. శీతోష్ణస్థితి ఒకే మాదిరిగా లేదు. స్థలాకృతి విభిన్నంగా ఉంది. ఈ విధంగా సహజవనరులు విభిన్నంగా ఉండటం వల్ల జనవిస్తరణ ప్రపంచంలో అసమానంగా ఉంది.

ఇదివరకే తెలుసుకొన్నాము. ప్రపంచపు భూభాగపు మొత్తము వైశాల్యము 189 నుంచి 14<sup>1</sup> మిలియన్ చ.కి.మీ. లు. ఇంచుమించు 22 మిలియన్ల చ.కి.మీ. తృణభూములుగా ఉన్నాయి. 40 మిలియన్లు చ.కి.మీ. అటవీ ప్రాంతము. ఇంచుమించు 17 మిలియన్ల చ.కి.మీ. భూమి వ్యవసాయ యోగ్యంగా ఉంది. వ్యవసాయ యోగ్యంగా లేని ఇతర ప్రాంతం ఇంచుమించు 57 మి.చ.కి.మీ.లు. అందులో దృవ ప్రాంతాలు 14. మి.చ.కి.మీ.లు. ఎడారి ప్రాంతాలు 34. మి.చ.కి.మీ.లు. ఇతర గుట్టరాతి ప్రాంతాలు సుమారు 10 మి.చ.కి.మీ.లు.

1. ప్రపంచ భూవినియోగము (Land utilisation)

అదేకాక ఆర్థికాభివృద్ధి, జీవన ప్రమాణం వేరు వేరుగా ఉన్నాయి. సాంకేతిక విద్యాభివృద్ధి వల్లనూ రవాణా సందార మార్గాలు బాగా ఏర్పడడం వల్లనూ, మనిషికి మనిషికి మధ్య ఏర్పడ్డ సహకార భావం వల్లనూ, ఈ అసమానత తగ్గుతూ ఉంది. పూర్తిగా కూడా తగ్గవచ్చు. ఏమైనప్పటికీ భూమి నుంచి ఉత్పత్తి జరిగే ఆహారానికి భౌతిక హద్దు ఉంది. ఇది చాలా ముఖ్యమైన విషయము. ఎందు



కంటే మానవజీవనం ఆహారంపైన ఆధారపడి ఉంది. కాబట్టి ఆహార ఉత్పత్తి ఇతర మొత్తం ఉత్పత్తులపై హద్దును ఏర్పరుస్తుంది, వ్యవసాయ, పశు, జీవ, మృత్తికా, ధన, ఇంధన శక్తులు మొదలయిన వాటిలో చాలా సాంకేతికాభివృద్ధి జరగవచ్చు, ఆహార ఉత్పత్తి అనేక రెట్లు పెరగవచ్చు, కొన్ని దశాబ్దాల వరకు ఈ భౌతిక హద్దు కేవలం సిద్ధాంతం కావచ్చు. కాని నేటి జనాభా పెరుగుదల రేటును చూస్తూ ఉంటే మనకు సందేహం ఏర్పడుతుంది. నేడు ప్రపంచంలో అనేక ప్రాంతాలలో ఇంకనూ ఆర్థికాభివృద్ధి జరగలేదు. కాని త్వరలోనే అన్ని ప్రాంతాలలో ఆర్థికాభివృద్ధి జరిగి జీవన ప్రమాణం చాలా పెరిగిపోతుంది. జనుల ఆవసరాలు పెరుగుతాయి. అప్పుడు తలసరి ఆహార, ఇతర పదార్థాల డిమాండ్ చాలా పెరుగుతుంది. జనాభా రేటు పెరుగుతుంది. ఈ అతివేగంగా పెరిగే రేటుకు ఆహార ఉత్పత్తి రేటు వెనుకపడవచ్చు. సాంకేతికాభివృద్ధి ఆ రేటుతో పెరగక పోవచ్చు. ఎందుకంటే ఈ భౌతిక ఉత్పత్తికి హద్దును నాలుగు కారణాంశాలు నిర్ణయిస్తూ ఉన్నవి. అవి గమనించ తగినవి:

1. శీతోష్ణ పరిస్థితి :- ముఖ్యంగా మొక్కలు పెరిగేకాలపు శీతోష్ణస్థితి.

2. తేమ పరిస్థితి :- వర్షపాతము, హిమ పాతము, వడగండ్లు, పొగమంచు, ఆర్ద్రత, బాష్పీభవనరేటు మొదలయినవి.

3. స్థలాశ్రయత :- భూమియొక్క ఉపరితల ఆకారము, వాలుయొక్క డిగ్రీదిశ, భూమియొక్క ఎగుడు దిగుడు లేదా సమతల స్వభావము మొదలయినవి.

4. మృత్తికలు :- భౌతిక నిర్మాణము, రసాయనిక, జైవిక లక్షణాలు.

ఈ నాలుగు కారణాంశాలు వ్యవసాయానికి భౌతిక కారణాంశాలుగా తెలుసుకోవడం జరుగుతుంది. వీటి విస్తరణను నిశ్చయించడం భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుని లేదా ముఖ్యంగా శీతోష్ణ శాస్త్రజ్ఞుని (Climatologist) పని.

పైన పేర్కొన్న కారణాంశాలవల్ల ఒక విషయం గమనించవచ్చు. మన విజ్ఞాన సాంకేతిక పరిజ్ఞానము ఎంత అభివృద్ధి చెందిననూ భూమికి ఒక హద్దు ఉంది. మొత్తం భూమి పెరగజాలదు. నిరోధకంగా ఉన్న ప్రాంతాన్ని కొంతవరకు వనరుగా మార్చుకోవచ్చు. పెద్ద సాంకేతిక విప్లవం వచ్చినప్పుడు మరికొన్ని నిరోధకాలని వనరులుగా మార్చుకోవచ్చు. కాని ఎప్పుడో ఒకప్పుడు ఉత్పత్తికి హద్దు ఏర్పడవచ్చు. కాని జనాభా పెరుగుతూ ఉంటుంది. జీవన ప్రమాణం పెరుగుతూ ఉంటుంది.

ఇటీవల జనాభా పెరుగుదలయొక్క ఒత్తిడి సహజ వనరులపైన ఎంతగానో పడింది. ఈ ఒత్తిడి ప్రతీదినము పెరుగుతూ ఉంది. ప్రపంచ జనాభా ప్రతి యేటా 2.1 శాతం ప్రకారం పెరుగుతూ ఉంది. 1975 సం॥ లో ప్రపంచ జనాభా సుమారు 400 కోట్లకు పెరిగింపె. శాస్త్రజ్ఞుల అంచనా ప్రకారం ఈ జనాభా 2000 సం॥ కు రెట్టింపు కావచ్చు ప్రతి 37 సంవత్సరాలకు జనాభా రెట్టింపు అవుతూ ఉంటుంది. ఇది ఇలానే జరిగితే ఏదో ఒక రోజున ఉత్పత్తికి యోగ్యంగా ఉన్న భూమినికూడా నివాసాల కొరకు, రహదారుల కొరకు, కర్మాగారాల కొరకు ఉపయోగించడం జరుగుతుంది.

అభివృద్ధి చెందిన దేశాలలో జనాభా పెరుగుదల రేటు తక్కువ కావచ్చు; కాని అభివృద్ధి చెందుతున్న దేశాలలో వ్యాధులను ఆరికట్టడంవల్ల జీవితకాలావధి పెరగడమేకాక మరణరేటు చాలా తగ్గిపోతూ ఉన్నది. వెనుకపడిన దేశాలు అభివృద్ధి చెందుతున్న దేశాల సమూహంలో చేరుతున్నాయి. ఈ విధంగా

పెరుగుదలరేటు అంతే ఉండవచ్చు; లేదా అధికం కావచ్చు.

జోసెప్, ఎల్. ఫషర్ అంచనా ప్రకారం ప్రపంచానికి 2,000 సం॥ నాటికి వనరుల డిమాండు ఈ విధంగా ఉంటుంది.

1. ప్రతి మనిషికి తగినంత క్యాలోరీల, ప్రోటీన్ల, విటమిన్లతో కూడిన ఆహారం మూడురెట్లు అవసరము.
2. శక్తి ఉత్పత్తి 5 రెట్లు అవసరము.
3. అదే విధంగా ఇనుపపదార్థపు, మిశ్రమ లోహాలు, రాగి, అల్యుమినియమ్ 5 రెట్లు అవసరము.
4. కలప ఉత్పత్తి మూడురెట్లు అవసరము.

ప్రపంచంలో ఏపెద్దదేశంలోనూ తగినన్ని వనరులు లేవు. నేడు జనాభా-వనరుల మధ్య ఉన్న సమస్యను సరిగ్గ తెలుసుకోలేక పోతున్నాము. వనరు సుఖ్య పెరుగుతూ ఉన్ననూ కొన్ని వనరుల ప్రమాణం తరిగిపోతూ ఉన్నది. సహజ వనరులలో అధిక మైనవి పరిమిత మైనవి. ఇదికాక పరిమితమయిన రసాయన పదార్థాలు, బొగ్గు, పెట్రోలియమ్, ఇంకా ఎన్నో శక్తిదాయక వనరులు పెరుగుతున్నా పారిశ్రామిక, గృహ, రవాణా డిమాండ్ను పూర్తి చేయలేవు. శక్తిదాయక వనరులు తరిగిపోతుంటే ధరలు విపరీతంగా పెరిగిపోతాయి. నేటి పెట్రోలియమ్ ధర దీనికి మంచి తార్కాణము. తరిగిపోయే వనరుల డిమాండ్ జ్యామితీయరేటు (Geometrical Progression) లో పెరుగుతుంది. ఎందుకంటే మూడుశతాబ్దాలకు మునుపు (1650 A.D.) ప్రపంచ జనాభా కేవలం 5 కోట్లు ఉండిందని అంచనా వేసినారు. 1750 సం॥ లో ఇది సుమారు 50 కోట్లకు పెరిగింది. 1850 సం॥ లో సుమారు 100 కోట్లకు పెరిగింది. 1950 సం॥ వత్సరానికి 250 కోట్లకు పెరిగింది. 1975 సం॥ రానికి

400 కోట్లకు పెరిగింది. 2,000 సం॥ రానికి 800 కోట్లకు పెరుగుతుందని అంచనా. జనాభా అత్యధిక వేగంతో పెరుగుతూఉంది. దీని నుంచి వనరుల డిమాండ్ రేటును ఊహించ వచ్చును.

అందువల్ల మనము రెండువిధాలుగా జాగ్రత్త పడటం అవసరము. అవి ఏవంటే:

(1) మనకు తెలిసిన వనరులను పరిరక్షించుకోవటా, కొత్తవనరులను కనిపెట్టటం, చిరస్థాయి వనరులను అధికంగా ఉపయోగించడం.

(2) జనాభా వృద్ధిని పెరగనీయకుండా చేయడమేకాకుండా దానిని తగ్గించడం అనివార్యము. అప్పుడు మన భావితరాలకు సంక్షేమము సంభవము.

తన ముందు చూపువలన, ఈ విషయాన్ని గమనించియే మహాత్మాగాంధీ చిరస్థాయి వనరుల ద్వారా ఉత్పత్తి అయిన వస్తువులను ఉపయోగించడం భావ్య మన్నాడు. తరిగిపోయే వనరులను ఉపయోగించడాన్ని మానావాంతకపు ఆర్థిక వ్యవస్థ అని అన్నాడు.

నేడు సహజ వనరుల పరిరక్షణ ఒక ముఖ్య సమస్య అయినది. సహజ వనరులను పరిరక్షించడానికి విజ్ఞాన సాంకేతికాభివృద్ధి ఆర్థికాభివృద్ధి చాలా అవసరము. ఎందుకంటే వనరులను వ్యర్థం చేయడమో, అవివేకంగా ఉపయోగించడమో, ద్వంద్వం చేయడమో, అసంపూర్ణముగా ఉపయోగించడమో, అవ్యవస్థగా ఉపయోగించడమో, అక్రమంగా ఉపయోగించడమో జరుగుతుంది. ఇప్పటి మానవుని ముఖ్యమైన కర్తవ్యము ఏమంటే ప్రపంచంలోని వనరులన్నింటిని నియంత్రణ చేసుకోవడమే.

కాబట్టి పరిరక్షణ అంటే మానవుని సౌభాగ్యం కోసం భూమిని వనరులను వివేకంగా ఉపయోగించడం. అంటే వనరుల భవిష్యత్ ఉపయోగాన్ని

బట్టి వాటిని కాపాడటం. అడవులను, నీళ్ళనూ, భూమిని, ఖనిజాలను, పునఃస్థాపించడం అని అర్థము. అత్యధిక జనుల కోసము, అత్యధిక కాలం వరకు, అత్యధిక సౌభాగ్యానికై ఈ వనరులను పరిరక్షించుకోవడం అవసరము.

ప్రతి సంతతికి సహజ వనరులను ఉపయోగించడానికి ప్రథమ హక్కు ఉంది. ఆ వనరులు తరిగేవి కావచ్చు, లేదా పునఃస్థాపన యోగ్యమైనవి కావచ్చు. ఐతే ఏ ఒక సంతతికి భావిసంపదను నాశనం చేయడానికి, లేదా షీజింప చేయడానికి అధికారం లేదు.

భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రకృతిలో ఉన్న వనరుల విస్తరణను, వాటి ఉనికిని వాటి ఉపయోగాన్ని పరిశీలిస్తాడు. మానవశక్తి కూడా ఒక వనరే. ఏ విజ్ఞానం అయినా చివరకు మానవ సంక్షేమం గురించే అధ్యయనం చేస్తుంది. భూగోళ శాస్త్రము మానవుల-వనరుల సంబంధాన్ని పరిశీలిస్తూ భావి

సంతతి కొరకు నేటి మానవుడు ఏ విధంగా వనరులను ఉపయోగించవలెనో హెచ్చరిస్తుంది.

#### Selected References :

1. Zimmerman E. W., Introduction to World Resources; Harper Row. N. Y. 1964.
2. Hagget Peter. Geography: A Modern Synthesis; Harper & Row. N. Y. 1971.
3. Thompson W. Hard. & Lewis. S.T. Population Problems; Tata Mc graw Hill, Bombay. 1965.
4. Venugopal B, Arthika Bhugola Sastramu; Telugu Akadami (Telugu); Hyderabad 1972.

డా. బి వేణుగోపాల్

## 181. గ్రామీణ జనపదాలు (Rural Settlements)

మానవుడు స్థిరనివాసమేర్పరచుకొన్న ప్రాంతాన్ని జనపదంగా నిర్వచించవచ్చు. గ్రామీణ ప్రాంతంలో ఉన్న జనపదాన్ని గ్రామీణ జనపదంగా పేర్కొనవచ్చు. గ్రామీణ జనపదాలలో నివసించేవారి ముఖ్య వృత్తి వ్యవసాయము. గ్రామీణ జనపదాల అధ్యయనం మానుష భూగోళ శాస్త్రంలో ఒక ముఖ్యమైన అంతర్భాగము.

ఆదిమ మానవుడు వ్యవసాయవృత్తి చేపట్టక పూర్వం ఆహార సేకరణ, వేట, పశుచారణ

మొదలైన జీవిత విధానాలను ఆపించి చేవాడు. అందువల్ల అతను ఒకచోట స్థిరనివాసము ఏర్పరచుకోవటానికి వీలుండేదికాదు. ఈ వృత్తులవాడు ఎల్లప్పుడు ఒక స్థలంనుంచి మరొక స్థలానికి ఆహార అవసరాల నిమిత్తం నివాసాలను మార్చుకొనవలసిన అవసరం ఉండేది. వీరు తాత్కాలిక నివాసమేర్పరచుకొన్న ప్రదేశంలో వనరులు తరిగి పోయేవరకు ఉండి, తరువాత కొత్తవనరుల

అన్యేషణకోసం కొత్తస్థలానికి పోయేవారు. అందు వల్లనే స్థిరనివాస మేర్పరచుకొనుటకు వీలు ఉండేది కాదు. ఉత్తర ఆసియాలోని కొన్ని ఎస్కిమో తెగల వారు, ఆమెజాన్లోని రెడ్ ఇండియన్లు, కాంగోలోని పిగ్మీలు మొదలయినవారు ఈ కోవకు చెందినవారు.

మానవుడు వ్యవసాయవృత్తి చేపట్టటంతోనే స్థిరనివాస మేర్పరచుకొను అవశ్యకత ఏర్పడింది. వ్యవసాయ వృత్తిలో తన నిర్ణీతమైన భూమిని సంవత్సరాల తరబడి దున్ని దానిపైవచ్చే ఫల సాయం మాత్రమే మానవుడు ఉపయోగించేవాడు. పశుదారణ, వేట మొదలైన వృత్తులవలెకాక వ్యవసాయ వృత్తిలో మాత్రమే భూమిని సాగుచేసి ఆహారాన్ని మళ్ళీ మళ్ళీ పండించటం సాధ్యం అవుతుంది కనుక అతను ఒక ప్రదేశంనుంచి మరొక ప్రదేశానికి తరలి వెళ్ళటం అవసరంలేదు. ఈ కారణమే గ్రామీణ జనపదాలు స్థిరంగా ఏర్పడడానికి తోడ్పడింది.

గ్రామీణ, జనపదాల అధ్యయనంలో మూడు ముఖ్య విషయాలు గమనించవలె. అవి: (1) ఉనికి (2) సరళి. (3) విస్తరణ. (1) ఒక గృహానికి లేదా ఒక గృహ సమూహానికి భౌతిక పరిసరాలకుగల సంబంధ బాంధవ్యాలను తెలియజేసేది ఉనికి. ఎత్తుగాఉన్న ఒక గుట్ట, సోపాన స్థలము, బావి సామీప్యము మున్నగునవి ఉనికికి ఉదాహరణలు. ఒక్కొక్కసారి గ్రామీణ జనపదంలోని ఒక్కొక్క గృహము ఒక ప్రత్యేకమైన ఉనికిని కలిగి ఉండవచ్చు. ఇతర సందర్భాలలో మొత్తం గ్రామానికి ఉనికి ఒకటే అయి ఉండవచ్చు.

(2) గ్రామీణ జనపదాలలో ఒక గృహానికి మరొక గృహానికి, లేదా ఒక గ్రామానికి మరొక గ్రామానికి మధ్య ఉన్న సంబంధ బాంధవ్యాలను తెలుపునది జనపద సరళి (Pattern of Settlement).

(3) జనపదాల విస్తృత లక్షణమే విస్తరణ. జనపదాల విస్తరణలో జనపదాలు ఎక్కడున్నవి? జనపదాలు అచట ఎందుకున్నవి? జనపదాలు లేని ప్రాంతాలేవి? జన పదాలు ఉన్న ప్రాంతాలేవి? జన పదాల క్షేత్రీయ (Spatial) పరిమితులేమిటి? మున్నగునవి చర్చించవలె.

జనపద సరళి ప్రాతిపదికపై రెండు విస్తృత జనపద తరగతులను గుర్తించవచ్చు.

అ: సామూహికజన పదాలు.

(Agglomerated Settlements)

ఆ: విక్షిప్తజన పదాలు.

(Dispersed Settlements).

అ. సామూహిక జనపదాలు :-

సామూహిక జనపదంలో ఇళ్ళు దగ్గర దగ్గరగా ఉండి సమూహంగా ఏర్పడుతాయి. సేద్యపు భూములు ఇళ్ళకు దూరంగా ఉంటాయి. సేద్యపు భూముల మధ్య ఇళ్ళు ఉండవు. ఈ గృహ సమూహాలనే గ్రామాలుగా నిర్వచించ వచ్చు. ప్రతి గ్రామంలో సాంఘిక, ఆర్థిక, రాజకీయ వ్యవస్థలు ఏర్పడి ఉంటాయి. సామూహిక గ్రామాలు సాంద్ర వ్యవసాయ ప్రాంతాలలోను, అధికజన సాంద్రత ఉన్న ప్రాంతాలలోను, కనబడతాయి.

ఆ. విక్షిప్త జనపదాలు

విక్షిప్త జనపదాలలో గృహాలు దూర దూరంగా ఉంటాయి. సాధారణంగా వ్యవసాయదారుడు తన సేద్యపు భూమి మధ్యలోగాని లేదా ఒకవక్కన కాని తనగృహాన్ని ఏర్పరచుకొంటాడు. గ్రామాలలో లభించినన్ని సౌకర్యాలును వసతులును విక్షిప్త జనపదాలలో లభ్యం కాకపోవచ్చు. విక్షిప్త వ్యవసాయంలో వ్యవసాయదారుని పశువులు, ఇతర వ్యవసాయ పరికరాలు భూమికి చేరువలో ఉండటం వల్ల సేద్యాన్ని సరిగా చేసుకొనటం వీలవుతుంది.

గ్రామీణ జనపదాల సరళి ఎన్నో కారణాంశాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది. క్రింది కారణాంశాలు ముఖ్యమైనవి :

అ: భౌతిక కారణాంశాలు. ఆ: సాంఘిక కారణాంశాలు. ఇ : ఆర్థిక కారణాంశాలు.

పైమూడింటిలోను భౌతిక కారణాంశాలు ముఖ్యమైనవి. భౌతిక కారణాంశాలలో జల సంబంధ స్థితులు (Hydrological Conditions), నిమోన్నత స్వరూపాలు, సూర్యపుటము (Insolation), మృత్తిక రకాలు ముఖ్యమైనవి.

నీరు మానవునికి చాలా అవసరము. సామూహిక గ్రామాలు సామాన్యంగా నీరుదొరికే ప్రదేశాలలో ఏర్పడతాయి. గ్రామీణ జనలకు నీరు ముఖ్య అవసరము. కనక బావులు, నీటి ఊటలు ఉన్న ప్రాంతాలలో జనపదాలు ఏర్పడటం జరుగుతుంది. సున్నపురాయి ప్రాంతాలలో ఉండే అంతర్భూమిలో నీరు అధికము. అందువల్ల బావులను అట్టి ప్రదేశాలలో ఎచ్చట అయినా త్రవ్వవచ్చు. అందువల్ల ఇట్టి ప్రాంతాలలో విశిష్ట జనపదాలు ఏర్పడుటకు వీలు అవుతుంది.

జనపదాల సరళిని నిర్ణయించడంలో నిమోన్నత స్వరూపాలు ప్రాధాన్యము కలిగిఉంటాయి. పర్వత ప్రదేశాలలో సాధారణంగా విశిష్ట గృహాలు, పల్లపు ప్రాంతాలలో మైదానాలలో సామూహిక గ్రామాలు కనబడతాయి. సూర్యపుటము నిమోన్నత పరిస్థితులపై ఆధారపడి ఉంటుంది. జనపద సరళిపై సూర్యపుట ప్రభావము, పర్వత ప్రాంతాలలో హెచ్చుగా ఉంటుంది. సూర్యరశ్మి యొక్క కాల వ్యవధి, సూర్యకిరణాల తీవ్రతకూడా సూర్యపుటాన్ని నిర్ణయిస్తాయి. చలిప్రదేశాలలో వేడి ఎక్కువగా ఉండి సూర్యరశ్మి కాలవ్యవధి అధికంగా ఉండే ప్రాంతాలలో, సూర్యపుటము ఎక్కువగా

ఉంటుంది. కాబట్టి, అట్టి ప్రాంతాలలోనే జనపదాలు ఏర్పడతాయి.

మృత్తికలు. సారవంతంగా ఉన్న సోయస్, ఒండ్రుమట్టి ప్రాంతాలలో సామూహిక గ్రామాలు ఏర్పడుటకు చాలా అవకాశం ఉంది. సారవంతం కాని నేల ప్రదేశాలలో విశిష్ట గ్రామాలు ఏర్పడుతాయి.

మానవుడు తన సాంఘిక, ఆర్థిక అవసరాలకై జనపదాలను ఏర్పరచు కొంటాడు. సాంఘిక కారణాంశాలలో రక్షణ ముఖ్యమైనది. శత్రు ప్రమాదంఉన్న ప్రాంతాలలో జనులు సామాన్యంగా పెద్ద గ్రామాలలో కోటలేర్పరచుకొని నివసిస్తారు. జనపదాల సరళిపై వ్యవసాయక వ్యవస్థ (Field system) ల ప్రభావంకూడా ఉంటుంది.

జనపద సరళులలో సామూహిక, విశిష్ట జనపదాలు ముఖ్యమయినప్పటికీ మిగతా మధ్య రకపు సరళులకూడా ఉంటాయి. పల్లెలు (Hamlets), రేఖీయ జనపదాలు వీటిలో ముఖ్యమైనవి.

**భారతదేశపు గ్రామీణ జనపదాలు**

భారతదేశంలో గ్రామీణ జనపదాల సరళి- గ్రామీణ సాంఘిక జీవనము, కట్టుబాట్లు, ఆచారాలు, నిమోన్నత స్వరూపాలు, రక్షణ అవసరాలు, వర్ష వ్యవస్థ, యాజమాన్య వ్యవస్థ, వ్యవసాయక అవసరాలపై- ఆధారపడి ఉంది భారతదేశంలో క్రింది జనపద రకాలను గుర్తించవచ్చు.

1. విశిష్ట సామూహిక జనపదము: (Dispersed agglomeration)
2. రేఖీయ జనపదము
3. చతుర్భుజాకారంలో లేదా నిర్దిష్ట ఆకారం లేని సామూహిక గ్రామాలు.
4. వియక్త జనపదాలు.

ఆర్. రాంమోహన్ రావు.

## 182. ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రము

ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రము. భూగోళ శాస్త్రములోని ఒక ముఖ్యమైన అంతర్భాగము. భూమిపై నివసించే మానవునికి పరిసరాలకుగల సంబంధాన్ని ఇది తెలుపుతుంది.

భూమిపై నివసిస్తున్న మానవుడు తన జీవనం కోసం వివిధ వృత్తులను చేస్తూఉంటాడు. ఆ వృత్తులు చేపలవేట, జంతువులవేట, పశుపోషణ, వ్యవసాయము, కలప పరిశ్రమ, గనుల త్రవ్వకం మొదలగు వాటిలో ఏదైనా కావచ్చు. ఇవి కొంత వరకు పరిసరాలపై ఆధారపడి ఉంటాయి. అంతే కాకుండా సహజ వనరులు లభించే పద్ధతులతో చాలా దగ్గర సంబంధాన్ని కలిగిఉంటాయి. అందుచేత ఈ వృత్తులు లభించేతీరు, ఉపయోగాలు-మారుతున్న పరిసరాల ననుసరించి వివిధ ప్రాంతాలలో మారుతూ ఉంటాయి.

ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రము మానవుని ఆర్థిక కార్యకలాపాలపై పరిసరాల ప్రభావాన్ని గూర్చి తెలియజేస్తుంది. ఆర్థిక శాస్త్రము ప్రపంచవ్యాప్తంగా మానవుడు ఎస్తువుల ఉత్పత్తి, విసమయము, వినియోగము, మొదలగు ఆర్థిక కార్యకలాపాలపై ఎలా ఉంటున్నాడో తెలియజేస్తుంది. వస్తువుల ఉత్పత్తి మూడు విధాలుగా తెల్పవచ్చు. అవి : (1) ప్రాథమిక, (2) ద్వితీయ, (3) తృతీయ ఉత్పత్తులు. ప్రకృతినుంచి సహజంగా లభించే ఉత్పత్తులను ప్రాథమిక ఉత్పత్తులుగా పేర్కొనవచ్చు. ఉదాహరణకు గనులనుంచి ధాతువులను వెలికి తీయటం; నదులు, సరస్సులు, సముద్రాలు మొదలగు జలాశయాల నుండి చేపలను పట్టడం; అరణ్యాల నుండి కలపను సేకరించడం వంటి ఉత్పత్తులు. ప్రకృతిలో లభించే వస్తువులను తన

ఉపయోగార్థం మార్పుకోవటం లాంటి ఉత్పత్తులు ద్వితీయ ఉత్పత్తులలోనికి వస్తాయి. ఉదాహరణకు ఇనుప ధాతువునుండి ఇనుప లోహాన్నితీసి ఉక్కు-తయారీకి, ఉపయోగించడం లాంటి వృత్తులు. తృతీయ ఉత్పత్తులనగా మానవుడు తన శక్తి సామర్థ్యాన్ని తెలివి తేటలను ఉపయోగించి తోటి మానవునికి ఉపయోగపడటం వలన కలిగే ఉత్పత్తులు. ఈ విధంగా ఉత్పత్తయిన వస్తువులు వివిధ ప్రదేశాలకు రవాణా కావటంవల్ల వాటివిలువ పెరగటం, వాటిని మానవుడు వివిధ రకాలుగా వినియోగించుకోవటం జరుగుతున్నది.

పైన వివరించిన వివిధ ఆర్థిక కార్యకలాపాల విషయంలో మానవుడు పరిసరాలపై ఎంతవరకు ఆధారపడి ఉన్నాడో, లేదా పరిసరాలు మానవుని ఆర్థిక కార్యకలాపాలపై తమ ప్రభావాన్ని ఎలా చూపుతున్నవో ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రము తెలియజేస్తుంది. వివిధ ప్రాంతాలలో ప్రజజీవన విధానం వివిధ రకాలుగా ఉంటుంది. ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రం ప్రపంచములోని వివిధ ప్రాంతాలలోని ప్రజల ఆర్థికజీవన విధానం ఎలాఉంటుందో విశదీకరిస్తుంది. అందుచేత ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రము, ఆర్థిక శాస్త్ర భూగోళ శాస్త్రముల సమన్వయమని చెప్పవచ్చు.

మానవుని ఆర్థిక కార్యకలాపాలపై ప్రభావం గల పరిసరాలను రెండు రకాలుగా చెప్పవచ్చు. అవి : (1) భౌతిక పరిసరాలు, (2) సాంస్కృతిక పరిసరాలు.

ఒక ప్రదేశంలోని వ్యవసాయ సంపద భౌతిక పరిసరాలైన శీతోష్ణ పరిస్థితులు, నైసర్గిక స్వరూపము, పరివాహము, నేలరిరకాలు మొదలగు

వాటితో సంబంధము కలిగియుంటుంది. సాధారణంగా భౌతిక పరిసరాలు, మానవుని ఆర్థిక కార్యకలాపాలతో ప్రత్యక్ష సంబంధాన్ని కలిగిఉంటాయి. అంతేకాకుండా ఒక ప్రాంతంలోని మానవుని ఆర్థిక కార్యకలాపాలు, ఆర్థికాభివృద్ధి కొంతవరకు సాంస్కృతిక పరిసరాలపై కూడా ఆధారపడి ఉంటాయి. జ్ఞానము, విజ్ఞానము, కళ, పరికరాలు, జనసాంద్రత, మతాది సంస్థలు, జాతి లక్షణములు (racial traits), ఆర్థికపరిస్థితులు, సంఘము యొక్క సాంకేతికాభివృద్ధి, రాజకీయ పరిస్థితి, రాజకీయ స్థిరత్వము మొదలగువాటిని సాంస్కృతిక పరిసరాలుగా పేర్కొనవచ్చు. సాంస్కృతిక పరిసరాలు మానవుని ఆర్థిక కార్యకలాపాలతో పరోక్ష సంబంధాన్ని కలిగి ఉంటాయి.

భౌతిక, సాంస్కృతిక పరిసరాల పరిధిలో మానవుని ఆర్థిక కార్యకలాపాల గూర్చి తెలియజేయడమే ఆర్థిక భూగోళశాస్త్ర ముఖ్యోద్దేశము.

ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రాన్ని రెండుపద్ధతులుగా అధ్యయనం చేస్తున్నారు. అవి : (1) ప్రాంతీయ అధ్యయన పద్ధతి, (2) విషయాత్మక అధ్యయన పద్ధతి.

ఏదైనా ఒక ప్రాంతంలోని వివిధ భాగాల మధ్య ఉన్న సంబంధ బాంధవ్యాలను బాగా పరిశీలించడమే ప్రాంతీయ అధ్యయన పద్ధతి వలన కలుగు ప్రధాన ప్రయోజనము.

విషయాత్మక అధ్యయన పద్ధతిలో ఒక విషయం గురించి - అనగా ఒక వస్తువుకు చెందిన, లేదా పరిశ్రమకు చెందిన-మానవవృత్తికి చెందిన విస్తరణ నమూనాలను నియమబద్ధంగా వివరించడమూ, పరిశీలించడమూ జరుగుతుంది. ఈ పద్ధతివల్ల కొన్ని పంటలు కొన్ని ప్రాంతాలలోనే పండటానికి కారణాలు, అదేవిధంగా కొన్ని పరిశ్రమలు కొన్ని ప్రత్యేక ప్రాంతాలలోనే కేంద్రీకృతము కావడానికి

కారణాలు మొదలగువాటిని విశదీకరించడం జరుగుతుంది.

వివిధ ఆర్థిక కార్యకలాపాల విస్తరణ పద్ధతులను పోల్చి చూడటం వల్ల ప్రతిచోట ప్రజలు తమకు అందుబాటులో యున్న వనరుల ననుసరించి తమ జీవన విధానాన్ని ఏర్పరచుకొనుచున్నారని తెలుస్తుంది. భూమిని గురించి చదవటం వల్ల మానవునికి కలిగే ఉపయోగ మేమిటి? దానిని మానవుడెలా వినియోగించుకొనుచున్నాడో ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రము తెల్పుతుంది.

ఏదైనా ఒక ఆర్థిక కార్యకలాపాన్ని గూర్చి కొంత కాలవ్యవధిలో తెలిసికొన్నట్లయితే మనకు తెలిసేదేమంటే: సహజవనరు లెల్లప్పుడూ ఒకే విధంగా ఉండవు. అదే విధంగా మానవుని శక్తి సామర్థ్యాలు, అతను పనిచేసే రీతులుకూడా. మానవుడు తన జీవితాన్ని సుఖమయం చేసుకోవడం కోసం తక్కువ కాలంలో తక్కువ శ్రమతో ఎక్కువ నాణ్యతగల వస్తువులను తయారుచేసే పద్ధతులను కనుగొనడానికి ప్రయత్నిస్తున్నాడు. అందుచేత ఆర్థిక భూగోళశాస్త్రము గతిశీలమైనదని చెప్పవచ్చు.

ఒక ప్రాంతము యొక్కగాని, దేశముయొక్కగాని ఆర్థికాభివృద్ధినిగూర్చి తెలుసుకోవాలంటే ఆ ప్రాంతము యొక్కగాని, దేశము యొక్కగాని ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రాన్నిగూర్చి తెలుసుకోవలె. అంటే ఆ ప్రాంతంలోగాని, దేశంలోగాని లభించే సహజ వనరులు, వాటిని మానవుడు తన ఆర్థికాభివృద్ధికి ఎలా వినియోగించు కొనుచున్నాడో తెలుసుకొనవలె. ప్రకృతినుండి లభించే భాగ్యాన్ని సహజ వనరుగా పేర్కొనవచ్చు. ఖనిజ నిక్షేపాలు, సౌర వంతమైన నేలలు, కలప, నీరు (Water Potential energy - శక్మజల సామర్థ్యము) జంతువులు, మొదలగునవి సహజ వనరులకు మంచి ఉదా

హరణయ. ఇవి మానవపుం కోర్కెలను తీర్చడాని కుపయోగ పడతాయి.

సహజ వనరులు ప్రతిచోట పలువిధాలుగా లభిస్తాయి. వాటిని మానవుడు తన ఆర్థికాభివృద్ధికి వినియోగించు కున్నవాడే వాటివిలువ తెలుస్తుంది. అందుచేత మానవునికి లభించే భాగ్యం కేవలం అతడు సహజ వనరులనుపయోగించే విధానంపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

సహజ వనరులను 4 వర్గాలుగా విభజింపవచ్చు. అవి: (1) అటవి సంపద, (2) జంతు సంపద, (3) వ్యవసాయ సంపద, (4) ఖనిజ మరియు శక్తి సంపద.

ఆడవుల నుండి పండ్లు, ఔషధములు, వివిధ రకాలైన కలప, జిగురుపదార్థాలు, రబ్బరు మొదలగునవి లభిస్తాయి. మన ఆహారమైన చేపలు, గ్రుడ్లు, పాలు, పాదరక్షల కుపయోగించే చర్మాలు, వస్త్రాలకుపయోగించే ఉన్ని, సిల్కు, వ్యవసాయానికి ఉపయోగించే ఎరువులు మొదలగునవి జంతు సంపదనుండి లభిస్తున్నవి. వ్యవసాయానికి కావలసిన సారవంతమైన నేలలు, శీతోష్ణ పరిస్థితులు, నీటి పారుదల సౌకర్యాలు ప్రకృతి నుంచి లభ్యమవుతున్నాయి. పరిశ్రమలకు కావలసిన ముడిపదార్థాలైన లోహ, అలోహ, శక్తిదాయక ఖనిజాలు (జలశక్తిని శక్తిసంపదగా పరిగణించవలెను) భూమి నుండి లభిస్తున్నవి.

ఒక ప్రాంతముయొక్క ఆర్థికాభివృద్ధి ఆ ప్రాంతంలో లభించే సహజ వనరులు, వాటిని వినియోగించే పద్ధతులపై ఆధారపడి ఉంటుంది. సహజ వనరులు వేర్వేరు రకాలుగా అధిక ప్రమాణాలలోనున్న దేశానికి సర్వీరంగా ఆర్థికాభివృద్ధిని చెందటానికి అవకాశముంటుంది. తక్కిన దేశములతో పోల్చినపుడు ప్రధాన పారిశ్రామిక దేశాలైన అమెరికా, సంయుక్తరాష్ట్రాలు, రష్యాలో

వేర్వేరు వనరులుండటమే కాకుండా అధిక ప్రమాణాలలోకూడా ఉన్నాయి. ఆర్థికాభివృద్ధికి ప్రతిదేశము వనరులతో నుండ నవసరములేదు. కాని రవాణా సౌకర్యాలు, దిగుమతుల అనుకూల్యము, వాణిజ్యానికి కావలసిన ఏర్పాటులు మొదలగునవి అనుకూలంగా నుండవలె. దీనికి పారిశ్రామికంగా అభివృద్ధి చెందిన జపాన్, ప్రాన్సు దేశాలు మంచి ఉదాహరణలు. ఈ దేశాలలో వనరులు సమృద్ధిగా లేకపోయినప్పటికీ రవాణా సౌకర్యాలు, దిగుమతి అనుకూల్యాలు, వాణిజ్యపు ఏర్పాటులు అనుకూలముగా ఉండటమే వాటి పారిశ్రామికాభివృద్ధికి మూల కారణము. కువాయత్, సౌదీ అరేబియా, వెనెజులా మొదలగు దేశాల ఆర్థికాభివృద్ధి-కేవలం ఆ దేశాలలో లభించే సహజ వనరైనటువంటి - ముడిచమురు వల్ల లభించే మూలధనముపైననే ఆధారపడి యున్నది. కువాయత్ లో లభించే సహజ వనరులకున్న మన దేశంలో లభించే సహజ వనరులెక్కువైనప్పటికీ మన దేశపు జాతీయదాయముకున్న ఆ దేశపు జాతీయదాయము చాల ఎక్కువ. భారతదేశము వంటి దేశాలలో ఎన్నోరకాల సహజ వనరులు సమృద్ధిగా అధిక ప్రమాణాలలో లభిస్తున్నప్పటికీ తగిన సాంకేతికాభివృద్ధి, సమర్థత, వ్యవస్థాపదీమ, బ్యాంకింగ్, ద్రవ్యము మొదలైన సౌకర్యాలు లేకపోవటం వల్ల ఆర్థికాభివృద్ధి అంతగా జరుగలేదు. ఇటువంటి దేశాలలో సహజ వనరుల అర్థసూచకము ఆర్థికాభివృద్ధి దశమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. సాధారణంగా సహజ వనరుల పాత్ర, ఆర్థికాభివృద్ధివారంత దశలో చాల ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఈ దశలో వనరులు మూలధన కల్పనసాధనంగా ఉపయోగ పడతాయి. అదే విధంగా సహజ వనరుల అర్థసూచకము. అభివృద్ధి చెందిన దేశాలకు మూలధనము, నిపుణులైన శ్రామికులు, సాంకేతికవిద్య, పూర్వభూమిక పుష్కలంగా ఉంటాయి. ఈ దేశాలకు సరుకులు తయారుచేయడానికి కావలసిన



పదార్థాలన్నీ అందుబాటులో ఉంటాయి. తయారైన సరుకుల విలువ ముడిపదార్థాల కంటే చాలా ఎక్కువ కావడంవల్ల అభివృద్ధి చెందిన దేశాలు ముడి పదార్థాలను దూరప్రాంతాలనుండి తెప్పించుకోగలుగుతాయి.

**ఉదా :** ఇంగ్లండు, జపాను, జర్మనీ.

పై కారణాలను గమనించినట్లైతే ఒక దేశం యొక్క ఆర్థికాభివృద్ధి కేవలం సహజ వనరులపైనే కాకుండా ఆ దేశంలోని సాంకేతికవిద్య, రవాణా సౌకర్యాల అభివృద్ధి, ప్రజల శక్తి సామర్థ్యాలు మొదలగు వాటిపైకూడా ఆధారపడి యుంటుందని విశదమవుతుంది.

ఆధునిక ఆర్థిక భూగోళశాస్త్రంలో సహజ వనరులగుర్తి - అంటే అవి లభించే తీరు, వాటిని మానవుడు పయోగించుకొనే విధము, వాటిపరి రక్షణల గుర్తి - విపులంగా తెలుసుకొంటాము. రోజు రోజుకు జనాభా పెరుగుతున్న నేటి ప్రపంచంలో సహజ వనరులు లేకుంటే మానవ జీవనము కష్ట సాధ్యమవుతుంది. సహజ వనరులు మానవోప యోగాలను బట్టి రూపాంతరం చెందుతాయి. మానవునికి నిత్యావసరాలైన ఆహారము, వస్త్రము, నివాసాలే కాకుండా ఇతరములైన ఎన్నో కొత్త కొత్త అవసరాలు పెరుగుతున్నాయి. ఇవన్నియు సహజ వనరులవల్ల లభ్యమవుతాయి. వ్యక్తిగత సామాజిక జాతీయ సౌభాగ్యాలపై వనరుల ప్రభావము ఎంతైనా వుంది.

పైన పేర్కొన్న కారణాలను పరిశీలించినట్లయితే వస్తు ఉత్పత్తిపై ప్రపంచములోని వివిధ ప్రాంతములు చూపు ప్రభావమును గుర్తి శాస్త్రీయ వివేచనము చేయుటయే ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్ర మూలోద్దేశమని విశదమవుచున్నది. అందుచేత వివిధ ప్రాంతాలలోని వృత్తుల ఉత్పత్తి వ్యవస్థలపై భౌతిక సాంస్కృతిక పరిస్థితులేయే విధముగా తమ ప్రభావమును చూపుచున్నవో తెలుపుచు ప్రపంచము

లోని సాంకేతిక వ్యత్యాసములను సహేతుకముగా విశదీకరించునదే ఆర్థిక భూగోళశాస్త్రమని నిర్వచించవచ్చు.

ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్రవేత్త యొక్క విధి ఏమనగా: శ్రామికులు, సామీప్యము, మూలధనము, కృత్రిమ ఉత్పాదనము, ధనము, మూల్య దోహదములు, అంతర్జాతీయ ఒడంబడికలు మొదలగు ఆర్థికాంశముల ప్రభావమును వాని మేరలను గుర్తించుట; ఇవి ఒక వస్తువుయొక్క ఉత్పాదనమును మార్పుటలో పరిసరాలపై ఏవిధముగా ఆధారపడి ఉన్నవో గమనించుట; ఒక్కొక్క ప్రత్యేక పరిస్థితిలో వీనిలో ఏ యశము అధిక ప్రభావము కల్గియున్నదో కనుగొనుట.

“నేటి ప్రపంచ ఆర్థికాభివృద్ధికి ఆర్థిక భూగోళ శాస్త్ర జ్ఞానము వెన్నెముకలాండీ” అంటే అతిశయోక్తికాదు.

#### Bibliography

1. C. F. Jones & G. G. Darkenwald; } Economic  
The Macmillan Company } Geography
2. John. W Alexander; Prentice-Hall, INC. Economic Geography.
3. Ellsworth Huntington - Principles of Economic Geography.
4. Van Royen & Bengtson - Fundamentals of Economic Geography.
5. J. L. Guha and P. R. Chatterjee; The World Press Pvt. Ltd. Calcutta; A New approach to Economic Geography.
6. NCERT Publications - Economic Geography - A text book for Secondary schools.
7. విజ్ఞాన సర్వస్వము Vol- 5;  
తెలుగు భాషా సమితి.

కె. రఘునాథ రాజు

## 183. నాగరక భూగోళ శాస్త్రము (Urban Geography)

**నాగరక ప్రాంతాలు :-**

నగర ప్రాంతాలకు సంబంధించిన భూగోళ శాస్త్రాన్ని నాగరక భూగోళ శాస్త్రము (Urban Geography) అని వ్యవహరిస్తారు. ఏదైనా ఒక నాగరక ప్రదేశం తన చుట్టూ ఉన్న చిన్న చిన్న ప్రగతిశీల ప్రదేశాలపై ఆధారపడడంగాని, ఆ పరిసర ప్రదేశాలే నాగరక ప్రదేశాన్ని ఆశ్రయించడంగాని జరుగుతూ ఉంటుంది. కాలక్రమేణా జరిగే మార్పుల మూలంగా ఆ ప్రదేశాలన్నీ ఒక దానితో ఒకటి విలీనం కావడం. వాటిస్థానే ఒక విశిష్ట ప్రాంతం ఏర్పడడం జరుగుతుంది. అలా ఏర్పడిన విశిష్ట ప్రాంతం నాగరక ప్రాంతం (Urban region) అని పిలువబడుతుంది. ప్రప్రథమంగా నాగరక కేంద్రాలు ఆనుకూల శీతోష్ణ పరిస్థితులున్న నదీలోయల్లో ఏర్పడ్డాయి. ఉదాహరణకు మెసొపొటేమియాలోని యూఫ్రేటిస్ (Euphratis) టైగ్రిస్ (Tigris) నదీ మైదానాలు, ఈజిప్టులోని నైలు (Nile) నదీ ప్రాంతము, భారతదేశంలోని సింధునది మొదలైన నదీ లోయలలో ఏర్పడ్డ నాగరక కేంద్రాలు తీసుకోవచ్చు. వ్యవసాయానికి అనువైన నదీ మైదానాలలో నాగరకత ఉన్నత స్థాయిని అందుకొంది. ఈ నదీ లోయల్లో ఉన్న అనుకూల భౌగోళిక పరిస్థితుల వల్ల వ్యావసాయిక సంపద విరివిగా అభివృద్ధిపొంది, నగరములు వేగంగా అవతరించాయి. జనాభా ప్రాతిపదికగా నాగరక ప్రాంతాలను వివిధ లింగములుగా వర్గీకరించడం పరిపాటి. నాగరక ప్రాంతాన్ని జనాభాను బట్టి నిర్ణయించడానికి అన్ని దేశాలకు ఒకే విధమైన కొలమానాలు ఉండవు. వివిధ దేశాలలో పట్టణాల, నగరాల నిర్వచనం వేర్వేరుగా ఉంటుంది.

తెనడాలో ఒక ప్రాంతాన్ని పట్టణంగా గుర్తించడానికి 1,000 జనాభా ఉండాలి. భారతదేశంలోని పట్టణానికి కనీసము 5,000 జనాభా ఉండాలి. పట్టణంలో చ.కి.మీ కు కనీసపు జనసాంద్రత 400 ఉండాలి.<sup>1</sup> అంతేకాక, పట్టణంలో వ్యవసాయేతర వృత్తుల్లో పనిచేసే పురుషుల సంఖ్య జనాభాలో 75% కంటే ఎక్కువగా ఉండాలి.

**పట్టణాలు :-**

మానవుడు వ్యవసాయాన్ని ముఖ్యవృత్తిగా స్వీకరించినప్పటినుండి స్థిరనివాసము ఏర్పరచుకొన్నాడు. వ్యవసాయరంగంలో సాధించిన ప్రగతి మూలంగా పట్టణ జీవితం సాధ్యమైంది. పల్లెలు, గ్రామాలు, పట్టణాలుగాను, నగరాలుగాను పరిణామం చెందడాన్నే, నగరీకరణ (Urbanization) అంటారు. పట్టణాలు, నగరాలు, తలవని తలంపుగా ఉద్భవించినవి కావు. అవి భౌగోళిక కారణాల (Geographical factors) ప్రభావంచే ఏర్పడినవి. నాగరీకత ఎంత ప్రాచీనమైనదో నగరాలు కూడ అంతే పురాతనాలు. మనము దేశ పటాలను శ్రద్ధగా పరిశీలిస్తే పట్టణాలు సాధారణంగా క్రింద ఉదహరించిన భౌగోళిక కారణాల ప్రభావం వల్ల ఏర్పడతాయని చెప్పవచ్చు :- (1) నిర్దిష్టమైన కోటలు: పురాతనకాలంలో ప్రజలు శత్రువుల, దోపిడీదారుల భయంవల్ల తమ రక్షణ కోసం బలమైన కోటలను ఆశ్రయించుకొని వాటి అధిపతుల ఆండదండలతో నివసిస్తుండే వారు. మనదేశంలో గ్వాలియర్, ఆగ్రా మొదలైన పట్టణాలను యీ సందర్భంలో పేర్కొనవచ్చు. (2) నదీ తీరాలు: నదీతీరాలలో అనగా రెండు ముఖ్య నదుల

సంగమ ప్రాంతంలో పట్టణాలు అవతరించాయి. ఆలహాబాదు, ప్రయాగ, పాట్నా, ఈ విధంగా అభివృద్ధి చెందినవి. (3) రేవుస్థలాలు: నదీ సాగర సంగమ స్థానాలు వాణిజ్య సౌకర్యాలకు మిక్కిలి అనుకూలంగా ఉంటాయి. మన దేశంలో కలకత్తా, పాకిస్థాన్‌లోని కరాచీ నగరాలు ఇందుకు ఉదాహరణలు. (4) రహదారుల కూడలి స్థానాలు: రహదారుల కూడలి స్థానాలు వ్యాపార కేంద్రాల అభివృద్ధికి ఎంతయో దోహదం చేస్తాయి. ట్రేమేణా, ఈ కేంద్రాలు పట్టణాలుగా రూపొందుతాయి. ఉదా॥ విజయవాడ. (5) పరిపాలనా కేంద్రాలు: పరిపాలనా కార్యకలాపాలవల్ల చండీఘర్, భువనేశ్వర్, భోపాల్ పట్టణాలుగా అభివృద్ధి చెందాయి. (6) విద్యా కేంద్రాలు: వారణాసి, ఆక్స్‌ఫర్డ్, కేంబ్రిడ్జ్ అక్కడ కేంద్రీకృతమైన విశ్వ విద్యాలయాలను బట్టి గొప్ప పట్టణాలుగా రూపొందాయి. ఇంతేకాక వారణాసి, తిరుపతి, రామేశ్వరము, యాత్రా స్థలాలుగాను, ఊటీ, డార్జిలింగ్ సింక్ల వేసవి విడిదులుగాను, అభివృద్ధి చెందాయి.

### మహానగరాలు :

ఏదైనా ఒక ప్రాంతంలో లక్షకు మించి పది లక్షల వరకు జనాభా నివసించే ప్రాంతాలను నగరాలుగా పరిగణిస్తారు. ఒక నాగరక ప్రాంతంలో జనాభా పరిలక్షలకు మించినప్పుడు ఆ నగరాలను మహానగరాలుగా వ్యవహరిస్తారు. భూగోళ శాస్త్ర దృష్ట్యా మహానగరము (Metropolitan city) బాగా విస్తరించిన భౌగోళిక ప్రాంతము. ప్రపంచంలో వివిధ దేశాలు నాగరికంగా పురోభివృద్ధి చెందడమే కాకుండా, అవి మహానగరాలను అభివృద్ధి చేస్తున్నాయి. మహానగరాలు ముఖ్యంగా అమెరికా లోను, పారిశ్రామికంగా పురోగమించిన తదితర దేశాలలోను ఏర్పడ్డాయి. నేటి నాగరక ప్రపంచ మందంతటా, మహానగరాలు విస్తృతంగా విల

సిల్పాయి. ఉదాహరణకు, మనదేశంలో బొంబాయి, కలకత్తా, ఢిల్లీ; చైనాలో పెకింగ్, షాంగ్ హై; జపానులో టోక్యో, ఓసాకా; అమెరికాలో న్యూయార్కు, షికాగో, లాస్ ఏంజెలిస్, ఫిల డెల్ఫియా, డెట్రాయిట్; యూరప్‌లో లండన్, పారిస్, బెర్లిన్, మాస్కో, లెనిన్ గ్రాడ్ మొదలైనవి. 1970 జనాభా లెక్కల ప్రకారం న్యూయార్క్ ప్రథమ స్థానాన్ని, టోక్యో ద్వితీయ స్థానాన్ని, షాంగ్ హై తృతీయ స్థానాన్ని సంపాదించాయి. మహానగరాలు సాధారణంగా వాటికి ఉన్న ప్రకృతి సిద్ధమైన వనరులనుబట్టి, వాటి ఉనికిని, ప్రాముఖ్యాన్ని బట్టి అభివృద్ధి చెందుతూ ఉంటాయి. నగరాలను కూలంకషంగా సర్వేక్షణచేస్తే నాగరక కేంద్రాలు కొన్ని ప్రత్యేకమైన అభివృద్ధి ప్రాంతాలలో ఏర్పడ్డాయి అని స్పష్టమౌతుంది. నగర ప్రాంతపు ప్రకృతి సిద్ధమైన వనరులను బట్టి, ఆ ప్రాంతానికి వలస వచ్చేవారినిబట్టి, నీటి వనరులను బట్టి, దాని ఆర్థిక వ్యవస్థనుబట్టి, మహానగరం ఏర్పడుతూ ఉంటుంది. ఆ ప్రాంతంలోని ప్రజా బాహుళ్యము సరిసంపదలతో తులతూగుతూ ఉండాలి. ఆ ప్రదేశంలో ఆధునిక రవాణా సౌకర్యాలు, వాణిజ్యము బాగా విస్తరించాలి. సర్వ సాధారణంగా నాగరక ప్రాంతాలలో నగరీకరణతో బాటు పారిశ్రామికీకరణ (Industrialization) కూడ జరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ రెండు విధానాలు పారిశ్రామికంగా గణనీయమైన అభివృద్ధి చెందిన అమెరికా, యూరోపియన్ దేశాలలో ఎంతో ముందడుగు వేసాయి.

### నాగరక ప్రాంతాల సులభ వర్గీకరణ

చెలర్ అనునతడు ప్రముఖ నాగరక భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు. అతడు పాశ్చాత్య నాగరీకతను, చరిత్రను దృష్టిలో ఉంచుకొని నాగరక ప్రాంతాల అభివృద్ధిని స్థూలంగా నాలుగు దశలుగా విభజించాడు.

(1) శిశుదళ (2) బాల్యదళ (3) ప్రాక్ పరిపక్వ దళ, (4) కౌమారదళ. శిశుదళలో గ్రామీణ లక్షణాలు కనబడతాయి. అంతేగాకుండా, పారిశ్రామిక, వ్యాపార కేంద్రాలు, నివాస స్థావరాలు, అన్నీ మిశితమై ఏర్పడి ఉంటాయి. జనసాంద్రత స్వల్పంగా ఉంటుంది. బాల్యదళలో ఉన్న నగరాలలో, ఆర్థికరంగం అభివృద్ధిచెందే సూచనలు గోచరిస్తాయి. నగర కీలక స్థానంలోనే పరిశ్రమలను స్థాపిస్తారు. వర్తక వ్యాపారులకు ఒక నిశ్చితమైన స్థలాన్ని కేటాయిస్తారు. అందువల్ల నగర కేంద్ర ప్రాంతంలో జనసాంద్రత ఎక్కువగా ఉంటుంది. ప్రాక్

పరిపక్వ దళలో ఉన్నత హోదాకి చెందిన ప్రజలు నగరానికి దూరంగా తమ నివాస స్థావరాన్ని ఏర్పరచు కొంటారు. కౌమార దళలో ఉన్న నగరాలు ఉచ్చస్థాయికి చేరుకొని పరిమాణంలోను, జన సాంద్రతలోను, ఆధిక్యంలో ఉంటాయి. శ్రమ విభజన, శ్రమంలోని విశిష్టత విపరీతంగా పెరుగుతాయి. పరిశ్రమలను నగరం మధ్య నుండి రోడ్డు, రైలు మార్గాలకు సమీపంగా అనువైన ప్రాంతాలకు తరలిస్తారు. క్రమేణ, ఈ ప్రాంతాలను పారిశ్రామిక ప్రాంతాలుగా గుర్తిస్తారు.

### భారత దేశము

మహానగరాల జనాభా 1971

వరస సంఖ్య	మహానగరము పేర్లు	జనాభా
1.	కలకత్తా	70, 81, 382
2.	బొంబాయి.	59 70, 575
3.	ఢిల్లీ	40, 65, 698
		(ఢిల్లీ రేగాళ, తత్పరిసర గ్రామాలలో కొన్నింటి జనాభాయు ఇందు చేరినది.)
4.	మద్రాసు.	24, 69, 449
5.	హైదరాబాద్	17, 96, 339
6.	అహ్మదాబాద్	17, 41, 522
7.	బెంగళూరు	16, 63, 779
8.	కాన్పూరు	12, 75 242
9.	పూణే	11, 35, 034

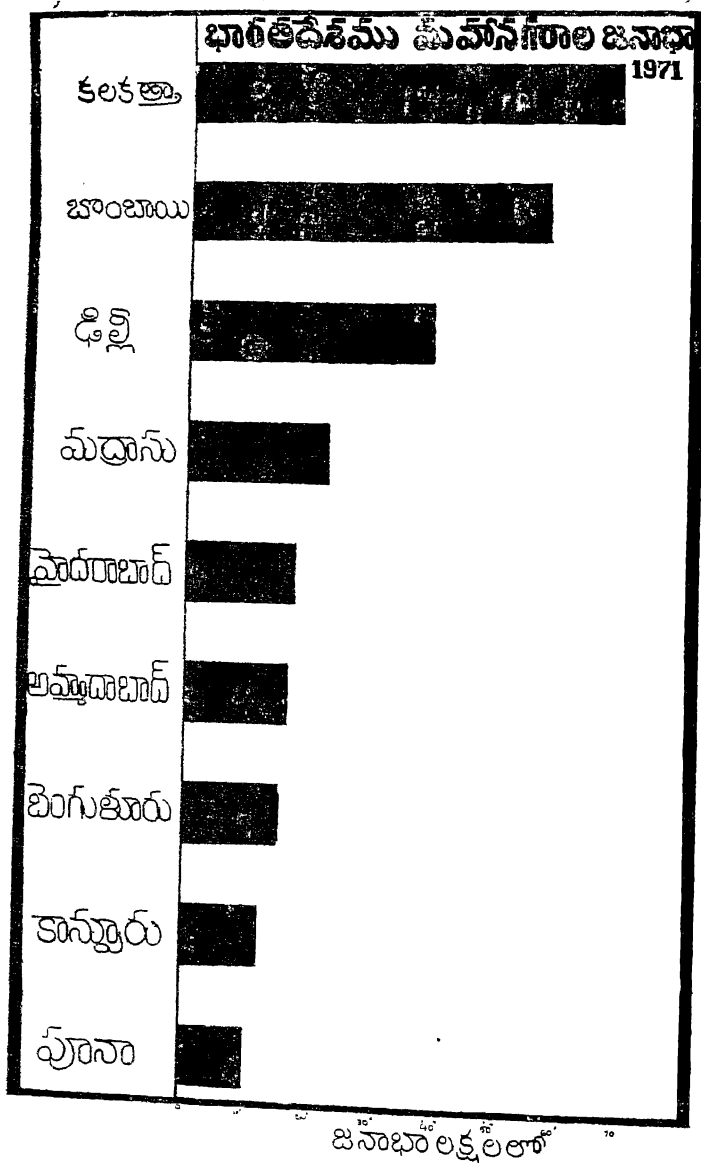
Source : Registrar General & Census Commissioner of India : Census 1971. Table 35

భారతదేశంలోని మహానగరాల జనాభా, పై గణాంకపట్టికలో చూపబడినది 1971 జనాభా లెక్కల ప్రకారం మన దేశంలో 54.79 కోట్ల జనాభా కలదు. అందులో 10.9 కోట్ల ప్రజలు నాగరక ప్రాంతాలలో నివసిస్తున్నారు. అనగా భారతదేశ నగరజనాభా శాతం, మొత్తం జనాభాలో

19.91%, పారిశ్రామికంగా గణనీయమైన అభివృద్ధిని సాధించుకొన్న దేశాలతో పోలిస్తే భారత దేశ నగర జనాభా శాతం తక్కువ. ఉదా : గ్రేట్ బ్రిటన్ లో నగర జనాభాశాతం 78.87%, కెనడాలో 78.58%, ఫ్రాన్సులో 69.97%, అమెరికా సంయుక్త

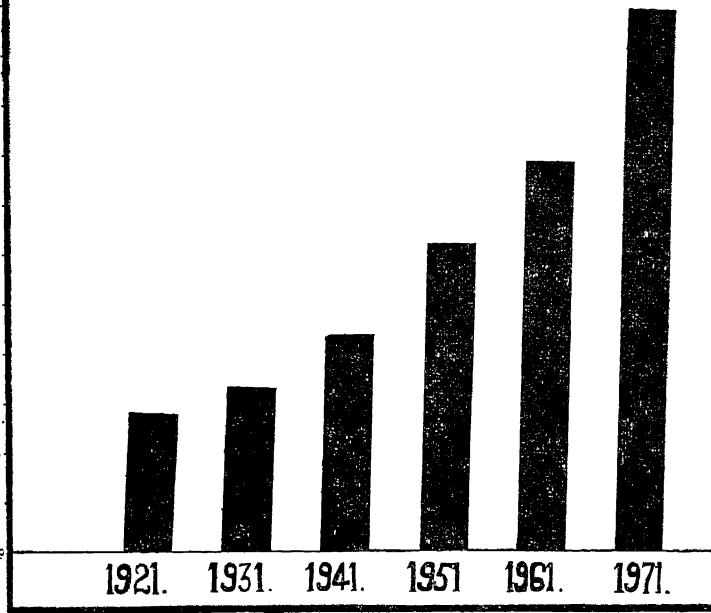
స్ట్రోలో 69.86%, జపాన్ లో 68.09%,  
ష్యోలో 56.65%, పై వివరాలనుబట్టి మనదేశం

పారిశ్రామిక రంగంలో ఎంత అభివృద్ధి చెందవలసి  
ఉందో తేట తెల్లమవుతోంది.



## భారతదేశము-నగరజనాభాకోట్లలో

కోట్లలో జనాభా



భారత దేశము, వివిధ దశాబ్దాలలో నగర జనాభా

వరస సంఖ్య	సంవత్సరము	మొత్తము జనాభా *	మొత్తము జనాభాలో నగర జనాభా శాతం**	నగర జనాభా కోట్లలో
1.	1921	25,12,39,402	11.2	2.81
2.	1931	27,88,67,450	12.0	3.34
3.	1941	31,85,39,060	13.9	4.42
4.	1951	36,09,50,365	17.8	6.24
5.	1961	43,90,72,582	18.0	7.9
6.	1971	54,79,49,809	19.9	10.9

P. 7. Table 1.2. India — A Reference Annual 1974.

P.13. Table 1.12. India — A Reference Annual 1974.

ఈ పట్టికను బట్టి భారతదేశంలో నాగరక ప్రాంతపు జనాభా మెల్లగా పెరుగుతున్నట్లు తెలుస్తోంది. వివిధ దశాబ్దాలలోని నగర జనాభాకు వై గణాంక, పట్టికలలోను, చిత్రాలలోను చూపడమైనది. 1971 జనాభా లెక్కల ప్రకారం మనదేశంలో గల 2,641 పట్టణాలలో 147 పట్టణాల జనాభా లక్షకుమించి ఉంది. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో 207 పట్టణాలున్నాయి. భారతదేశపు నగర జననాంధ్రత ఒక చ.కి. 178. అధిక సాంద్రత కలిగినది ఢిల్లీ.

పారిశ్రామిక విప్లవ ప్రభావవల్ల నాగరక ప్రాంతాలలో అనేక సామాజిక, ఆర్థిక సమస్యలు గోచరిస్తాయి. పట్టణాల్లో జీవనోపాధికి ఎక్కువగా అవకాశాలు ఉండటంచేత పెక్కుమంది పల్లె ప్రజలు పట్టణాలకు చేరడం పరిపాటి. పట్టణాల్లో ఈ విధంగా చేరినవారికి తగిన సౌకర్యాలు లేక కలుషిత వాతావరణంలో నివసిస్తూ-మలేరియా, కలరా, డైపెరియా ముఖ్యమైన మొదలైన - అంటువ్యాధులకు గురిఅవుతూ ఉంటారు. ప్రాచీనకాలంలో నగరములకు పరిసర గ్రామాలతో అవిభావ సಂಬంధం ఉండేది. కాని, నవీన కాలంలో, రవాణా సౌకర్యాల పురోగతి మూలంగా, పట్టణాలు పరిసరగ్రామాలతో ప్రత్యేక సంబంధం లేకుండానే వర్ధిల్లుతున్నాయి. పట్టణాల్లో జనాభా విశ్వవ్యాప్తంగా, చరిత్ర ఎన్నడూ ఎరగనంత ఎక్కువగా, పెరుగుతోంది. ఈ పెరుగుదల ఎంత ఎక్కువగా ఉందంటే - ఈశాన్య భాగం చివరి కల్లా అధిక సంఖ్యాక ప్రజలు పట్టణాల్లో నివసించే పరిస్థితి ఏర్పడుతుంది. కొన్ని దేశాల్లో ఈ పట్టణాలకు వంసను అదుపులో పెట్టాంటే, కొన్ని దేశాల్లో ఈ వంస ఎటువంటి అదుపు లేకుండా కొనసాగి పోతోంది. ఈ వలసలవల్ల కొన్ని ప్రాంతాలలో జన సాంద్రత పెరగడం, పట్టణాల్లో నిరుద్యోగం పెరగడం, పట్టణాల్లో వాతావరణం కలుషితం కావడం, తదితర అనేక సామాజిక ఆర్థిక సమస్యలు ఎదురవడం - మొదలుగా గల అసర్థాలకు దారి

ఏర్పడుతోంది. మహానగరాలు, రాజకీయాలకు, కళలకు నిలయాలుగా ఉంటాయి. నిర్దిష్టమైన ప్రభుత్వ సంస్థలు ఏర్పడతాయి. పరిపాలనా యంత్రాంగాలు కేంద్రీకృతమై ఉంటాయి. మహానగరాలలో, భవన నిర్మాణాలు భూవైశాల్యంలో పెరగడానికి అవకాశం లేక స్థితి నిలవుగా పెరుగుతాయి; ఉదా:- బొంబాయి నగరం. నగరాలలో జనాభా వేగంగా గుణనిష్పత్తి (Geometrical ratio) లో పెరుగుతోంది. భారీ పరిశ్రమలను ప్రభుత్వ రంగంలోను, ప్రైవేటు రంగంలోనూ, కూడ నెలకొల్పుతారు. నాగరక జీవితవిధానము ఒక విశిష్టమైన జీవితవిధానము. మహానగర పౌరుడు యాంత్రికమైన జీవితాన్నే గడుపుతుంటాడని చెప్పవచ్చు. వాస్తవిక దృక్పథంతో చూస్తే నగరాలు నాగరికతకు పుట్టినిల్లు. నాగరిక ప్రాంతాలలో నాగరికత దినదిన ప్రవర్ధమానమవుతుంది. మహానగరాలు అభివృద్ధి చెందడంతోపాటు, నాగరికత కూడా, విమాత్సంగా తయారవుతుంది. ఆధునిక కాలంలో మానవుని జీవితవిధానం నాగరికతతో ముడిపడిఉంది. భారత ప్రభుత్వం నాగరిక ప్రాంతాల అభివృద్ధికి నాల్గవ పంచవర్ష ప్రణాళికలో రూ. 70.8 కోట్ల వ్యయము చేసినది. దేశ ప్రగతికి దోహదం చేసే కార్యక్రమాల్లో నాగరక ప్రాంతాల అభ్యున్నతి మణిపూసలాంటిదని గ్రహించి భారత ప్రభుత్వం. అందుకే ఐదో పంచవర్ష ప్రణాళికలో రూ. 578.55 కోట్ల ద్రవ్యము నాగరక ప్రాంతాల అభ్యున్నతికి కేటాయించింది.

## BIBLIOGRAPHY

1. Registrar General and Census Commissioner of India, Census-1971.
2. Growth of India - India, a Reference Annual 1974 - Compiled by the Research and Reference Division,

Ministry of Information and Broadcasting, New Delhi.

9. Arthur E. Smailes, The Geography of towns.

4. Taylor G. Urban Geography.

5. Agarwala S. N. Population of India; National Book Trust, India; New Delhi : 1987.

డి. భాస్కర రావు

## 184. సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రము

సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రానికి తగినంత సాహిత్యం లభ్యం కానందున దీని పరిధిని నిర్వచించటం చాలా కష్టం. సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం క్రమబద్ధమైన శాస్త్రంగా అభివృద్ధి చెందియుండ లేదు.

చాలా కాలంనుండి సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం, మానుష భూగోళ శాస్త్రంలో ఒక భాగంగా పరిగణింపబడింది. కాని మానుష భూగోళ శాస్త్రం మానవుని ప్రవర్తనను-రాజకీయ, ఆర్థిక, సాంస్కృతిక రంగాలలో భౌగోళిక పరిస్థితుల ప్రభావాన్నిబట్టి- సూచించే విస్తృతమైన శాస్త్రం; కాని సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం మానవుని యొక్క ప్రవర్తనను సాంఘిక దృక్పథముతో పరిశోధిస్తుంది.

ప్రపంచములో మనకు లభ్యమయ్యే విభిన్న సమాజములు, విభిన్న పరిసరాలలో విస్తరించిన ప్రక్రియలకు లోనై ప్రత్యేక లక్షణాలతో రూపొందుతాయి. కాబట్టి సమాజాన్ని విభిన్న దృక్పథాలతో పరిశీలించడం సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం యొక్క లక్ష్యం. భాష, జాతి, మతము మొదలయిన విషయములను మానుష భూగోళ శాస్త్రం పరిశోధించినప్పటికీ, వీనిని ముఖ్యంగా పరిశీలించలేదని చెప్పవచ్చును. కాని మానవునికి సామాజిక ప్రమాణాలు ప్రాదేశికంగా మారుతాయా?

మరియు ఈ గుణ విశేషాలు మానవుని యొక్క భౌగోళిక పరిధితో కలిసినప్పుడు ఆతల్లి మారుస్తాయా - అనేవి సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రంలో ముఖ్యమైన చర్చనీయాంశాలు. సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం మానవ తెగల పరస్పర సంబంధాలను మరియు ఈ సంబంధాల వలన కలిగే పరిణామాలను గురించి తెలుపుతుంది. మానవ జాతులు, తెగలు, వారి నివాస స్థలములు, పద్ధతులు - గృహనిర్మాణాలు, పట్టణాల పల్లెల నిర్మాణాలు, వాని విస్తరణ, రవాణా సౌకర్యాలు మరియు జీవన విధానాలు మొదలైన సాంఘిక సంబంధమైన భౌగోళిక విషయాల వివరణ ఈ శాస్త్రంలో పరిశీలింపబడుతుంది. వీటిని ప్రథమముగా ఒక క్రమ పద్ధతిలో 1959వ బొబెక్ (Bobek), 1965న వాన్ పాస్సెన్ (Van Passen) అనువారు క్రోడీకరించి చూపించారు.

సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రము యొక్క అభివృద్ధిని ముఖ్యముగా రెండుభాగములుగా విభజింప వచ్చును: (1) చారిత్రక కాలమునుండి 19 వ శతాబ్దాంతపు కాలము, (2) 20వ శతాబ్దపు ఆదికాలమునుండి నేటివరకు జరిగిన కాలము. 19వ శతాబ్దము వరకు జరిగిన పరిశోధనలలో మనకు మొదట కానుచ్చెడిది గ్రీకు రచయితల యుగం. హెరొడోటస్ (Hero-



dotus), థుసిడెయిడ్స్ (Thucydides,) స్ట్రాబో (Strabo) మరియు క్రైస్తవ సమర గురువుల, ప్రయాణీకుల వర్ణనల యందును భౌగోళిక ప్రభావము ఆనాటి సామాజిక వ్యవస్థపై కానవచ్చుచున్నది. తరువాత వచ్చిన తత్వశాస్త్రజ్ఞులు ఆదర్శ ప్రాయమైన సమాజానికి కావలసిన నియమావళిని ప్రకృతి సూత్రాల ఆధారాలపై వెలకొల్పినారు. 19వ శతాబ్దారంభము నుండి యూరప్ ఖండములో అవతరించిన ప్రజాస్వామ్య, జాతీయ మరియు శాస్త్రీయ దృక్పథములు సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రానికి క్రొత్త ముఖపులు తెచ్చినవి.

సరవర్గ శాస్త్రజ్ఞులు మరియు చారిత్రకులు ఈ సందర్భంగా తమ రచనలు విరివిగా కొనసాగించినారు.

ప్రపంచములో మానుష అభివృద్ధిలో భిన్నత్వం ఏర్పడేందుకు ప్రాంతీయ భౌగోళిక వ్యత్యాసాలు కారణాలుగా పేర్కొన్నారు. తమపరి రచనలు సాగించినవారు జనపదాల నమోనాలు మరియు వాని సామాజిక కర్తవ్యం, జీవనోపాయం, దాని పరిణామాలు సూచనగా కొన్ని ఆర్థిక వ్యవస్థలకు మత, సాంఘిక కారణాలను పేర్కొన్నారు. శాస్త్రీయ దృక్పథం పెరిగిన కొద్ది మానవ సామాజిక వ్యత్యాసాలను జీవశాస్త్ర మనస్తత్వ శాస్త్ర సిద్ధాంతాలతో ముడివేయటం జరిగింది. రాడ్క్లీఫ్ రచించిన మానుష భూగోళశాస్త్రం (Anthropo Geography)లో పారిస్థితికసిద్ధాంతాన్ని మానుష వివేకముతో ముడిచేసి తద్వారా దానిని సమాజాభివృద్ధికి దోహదమని పేర్కొన్నాడు. లాప్లే (Fredric Laplay) అనువాతడు ఫ్రాన్సులోని కార్మిక కుటుంబాలపై పరిశోధనలు జరిపి ప్రయోగాత్మక దృష్టితో సమాజ పద్ధతులను కనుగొన్నాడు. ఇతని ప్రయోగాత్మక దృక్పథం, తరువాత వచ్చిన సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రజ్ఞులకు చాలా ఉపయోగ పడింది.

థర్కెయిమ్ (Durkheim) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు సమాజ నిర్మాణ ఆకృతులను పరిశోధించిన వారిలో అగ్రగణ్యుడు. వైరతెలివిన ముగ్గురు శాస్త్రజ్ఞులు సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రమునకు పునాదులు వేసినారు.

20వ శతాబ్దములో వైడల్ డి లా బ్లాచ్ (Vidal de la Blache) యొక్క రచనలు చాలా ముఖ్యమైనవి. 1917 - 18 సంవత్సరములో ఇతడు మధ్యధరా ప్రాంతములోను, ఋతుపవన ఆసియా (Monsoon Asia) ప్రాంతములోను జరిపిన పరిశోధనలలో మానవ సమాజానికిని ప్రకృతి శక్తులకును మధ్యగల క్లిష్టమైన పరస్పరసంబంధాన్ని నిరూపించినాడు. దానిని జెనర్ డి వై (Genres de Vie) బ్రతుకు రీతులు (Patterns of living) అని నామకరణం చేసినాడు. దానిని ఈ విధంగా నిర్వచించ వచ్చును. స్థూల రూపముగల వైఖరులను పారంపర్యంగా ప్రకృతి యొక్క సంబంధముతో మానవ సమాజం తన భౌతికావసరాలను సమకూర్చుకనే నిమిత్తం సంపాదించిన వృత్తి విజ్ఞాన పరంపరయే బ్రతుకు రీతులు. వైడల్ ను అనుసరించి కొద్ది మార్పులతో రాడ్క్లీఫ్ యొక్క నిర్ణయాంశ సిద్ధాంతాన్ని మార్చి ఆధునిక సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రము యొక్క గడ్డిపునాదులు వేయటం జరిగింది. వైడల్ శిష్యుడైన జీన్ బ్రున్ హేస్ (Jean Brunhes) పారిస్థితిక సంబంధానికేతోడు సంఘం యొక్క మనస్తత్వముకూడ ముఖ్యమైనదని పేర్కొన్నాడు. ఇతడు మానుష భూగోళ శాస్త్రమును నాలుగు భాగములుగా విభజించి సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రమును అందు మూడవ భాగముగా వర్ణించినాడు. ఆ విభాగములు : 1. కుటుంబము - బంధువులు - సంస్కృతి. 2. జీవనము, ప్రాదేశిక అభిలాష. 3. సమాహముల ప్రాదేశిక కలయికల వివిధ ఆకృతులు. 4. చట్ట బద్ధమైన సాంఘిక వ్యవస్థలు. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధము వరకు ఈ పద్ధతిని అంగ్ల, ఫ్రెంచి మరియు దచ్చి శాస్త్రజ్ఞులు

అవలంబించినారు. అంతకు పూర్వం సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రము యొక్క మూలములను నిర్దిష్టమైన పద్ధతిలో వర్గీకరించలేదు. జార్జి మరియు సూర్రె (Pierre George and Maximilien-Sorrie) అనువారు మొట్టమొదటి సారిగా 1943-53లో సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రాన్ని క్రోడీకరించినారు. వీరు సమాజాన్ని కుటుంబము, తెగలు, జీవన విధానములు, భాషలు, మతములు, రాజకీయ వ్యవస్థలుగా వర్గీకరించి వానియొక్క ప్రభావము ప్రాదేశిక వ్యవస్థలపై కనుగొన్నారు. ఇంకా కొందరు సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రాన్ని గ్రామీణ మరియు నగర భూగోళ శాస్త్రంగా-జనాభా భూగోళం, మత రాజకీయ వ్యవస్థల పరిశోధనా భూగోళం, ఆర్థిక భూగోళం వానికీ ప్రత్యేకమైన స్థానము కల్పించినారు. ఈ విధముగా సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం అభివృద్ధి చెంది ఇంకా నూతన సిద్ధాంతాలను రూపొందించుచున్నది.

సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం ప్రయోగాత్మకంగా మానవుని ప్రాదేశిక వ్యవస్థలను బహు విధాలుగా విమర్శించే శాస్త్రం అని ధృవీకరించి చెప్పవచ్చును. రెండు మార్గాలుగా దీని పరిశీలన జరుగుచున్నది. (అ) సామాజికదృష్ట్యా పరిశీలించి దాని మూలంగా ప్రాదేశిక విభేదాలను గమనించటం మరియు (ఆ) ఈ విభేదాలకు మూలంగా సామాజిక మార్పుకు తోడ్పడే విధానాలను రూపొందించటం. ప్రస్తుతం పశ్చిమ యూరప్ మరియు దేశాలలో ప్రాంతీయ ప్రభావాలను తయారు చేయుటలోను మరియు అంతర్జాత్ర పరిశోధనలలోను సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రజ్ఞులు విరివిగా పాల్గొంటున్నారు. మానుష భూగోళ శాస్త్రములో సాంఘికాంశం చాలా తక్కువగా ప్రస్తావించబడినందున ఈ సాంఘికాంశానికి సరియైన హద్దులుగల భావనలుగాని విషయములు గాని లేవు. కావున ఇంకా జరుగజోయే పరిశోధనలు,

రానున్న మార్పులు దీనికి సరియైన ఆకారాన్ని చేకూర్చగలవు.

సాంఘిక భూగోళశాస్త్రం అనేక సమస్యలను ఎదుర్కొనవలసి యున్నది. ప్రపంచ సాంఘిక వ్యవస్థలో విస్తృతమైన మార్పులు పురాతన శాస్త్రీయ సమస్యల పద్ధతులను వమ్ముచేసినవి. మరియు తాత్విక, సాంస్కృతిక పరంపరలు నూతన సమాజంలో క్రొత్త సమస్యలను సృష్టించినవి. ప్రపంచములో సాంకేతిక, ఆర్థిక, వ్యాపార రంగాలలో మార్పులు వచ్చిన కొలది నెరవర్చు మత, భాషలపై వాని ప్రభావము ఎక్కువగా కానవచ్చుచున్నది. తాత్విక సమస్యలైన అంతర్జాతీయ ఐక్యత, సర్వసమానత్వం మొదలైన నివాదాలు వచ్చేకాలంలో సాంఘిక శాస్త్రపు పురాతన భావాలకు ఒక పెద్ద సవస్యగా తయారు కావచ్చును. కావున సాంఘిక శాస్త్రజ్ఞులు సృజాత్మక దృష్టితో విశాలమైన దృక్పథంతో సమాజం ఎదుర్కొంటున్న సరిక్రొత్త సమస్యలను పరిష్కరించేందుకు సంసిద్ధులై ఉండవలె.

ఒక ప్రదేశముయొక్క భూగోళ పరిస్థితులను అర్థము చేసుకోవలయుననిన ఆ ప్రదేశంలో నివసించు ప్రజలయొక్క సామాజిక వ్యవస్థ, వారి మనస్తత్వము, నమ్మకాలు, ప్రాతినిధ్యం మొదలైనవి అర్థం చేసుకోవలె ప్రాదేశికంగా సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం విధిగా ఆక్కడి సామాజిక వ్యవస్థను ఇతర వ్యవస్థలనుండి విడదీసి పరిశీలించవలె. ఆధునిక ఆలోచనా ధోరణి ప్రకారం అంతర్గతంగాను, బహిర్గతంగాను ఆ సామాజిక వ్యవస్థను పరిశీలించడం అవసరం. సాంఘిక ప్రదేశమును యథార్థజ్ఞాన జనిత పరిమాణముల సంయోగము వలన ఏర్పడిన ప్రదేశమని నిర్వచించినారు. సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడికి ఇట్టి ప్రదేశమును కనుగొనుట అతిముఖ్యం. అతని శాస్త్రలక్ష్యము

ఈ సాంఘిక ప్రదేశమును పరిశీలి చుటయే. ఈ సాంఘిక ప్రదేశములో కొన్ని మానవ సమూహాలు వాని పరిసరములలో కొన్ని ఉమ్మడి భావాలుకలిగి ఉంటారు. సాంఘిక శాస్త్రజ్ఞులు సాంఘిక ప్రదేశాలను నరవర్గ ప్రదేశము, ఏకమత ప్రదేశము, భాషా ప్రదేశమని అనేకములుగా విభజించినారు. సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు ఇట్టి సాంఘిక ప్రదేశమునకు అతీతముగా వెళ్లి, ఈ సాంఘిక ప్రదేశాలు భౌగోళిక ప్రదేశాలపై ఏవిధమైన ప్రభావములను చూపించినది కనుగొనవలె. భాషా నరవర్గ సమూహాలు, ప్రాదేశిక విస్తరణము, మరియు మానుష్య అంతర్ విలీనము చూపించును. అదే విధముగా మతముతో ముడివడిన సమూహాలు ప్రాదేశిక ఉపయోగములను చూపును. అదే విధముగా ఏ సమూహాలు భౌతిక జీవనాధార విధానాన్ని పృథ్వి చేస్తాయో వాటిని జీవనాధార సమూహాలని అనవచ్చును. ఈ సమూహాలు ప్రత్యక్షముగా భూమిపై కన్పించక పోయినా వాటి అవగాహన మానుష ప్రాదేశిక సంచలనమునకును మరియు విస్తరణను తెలుసుకొనుటకును అవసరం ఇదే విధముగా సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు సమాజము యొక్క అనేక క్రొత్త సమస్యలను నూతన భావనల ద్వారా కనుగొని పరిష్కార మార్గములను కనుగొనవచ్చును. గ్రామీణ ప్రాంతాల నుండి నగరములకు వలసవెళ్ళే ప్రజల సమస్యలు, నిరుద్యోగుల మనస్తత్వాల సమస్యలు, వలస దేశాల సాంఘిక పరిణామాలు, ఆభివృద్ధి చెందే దేశాల

ఆర్థిక పునరుద్ధరణ మొదలైనవే కాక ట్రస్టు, డ్రైవర్లు, టిషాలాగేవాళ్లు, జొళిమిల్లు కార్మికులు; వంటి ఒకే మాదిరి జీవనంగల (Genre de vie) సమూహాలను పరిశీలించ వచ్చును.

ఇలాగే సాంఘిక ప్రదేశము యొక్క బహిర్గత భాగమును పరిశీలిద్దాం. సనాతనంగా భూగోళ శాస్త్రజ్ఞులు సహజ పరిసరాలకు మానవ కల్పిత పరిసరాలకు మధ్య గొప్ప విభేదమును చూపుతున్నారు. కాని వాస్తవముగా సాంఘిక పరిసరాలు ప్రకృతి పరిసరాల వినియోగానికి తోడ్పడి క్రొత్త సాంఘిక నమోనాలను తయారు చేస్తున్నవి. సహజంతో సంబంధం లేకుండా ప్రకృతి నిరుపయోగ మౌతుంది. ప్రకృతి పరిసరాల ప్రభావంపై తగినంతగా పరిశోధన జరుగలేదు. కాగా కల్పిత పరిసరాల విషయంలో పరిశోధన శూన్యం. అనగా సముద్రాలలో, ఆకాశంలో తిరిగే వారిపై నను కృత్రిమ ఆహారం, మందులు, తినేవారి పై నను, ఇళ్లు, ప్రయాణాలు మరియు ఆహారంపై నను పరిసరాల ప్రభావం ఏమిటి? ఇవన్నీ సాంఘిక భూగోళ శాస్త్ర పరిధిలో పరిష్కరింప వలసిన సమస్యలు.

స్థూలంగా సాంఘిక భూగోళ శాస్త్రం- సాంఘిక పరిసరాల, సాంఘిక సమూహముల ప్రాదేశిక నమోనాలను, కర్తవ్య సంబంధాలను సామాజిక పరిసరాలలో పరిశీలిస్తుంది. అంతేకాక ఆ సమాజము యొక్క ఆంతర్గత నిర్మాణపు బాహ్య సంబంధాన్ని సహజ ప్రవర్తన యొక్క కేంద్రానికి చూపిస్తుంది. మరియు సాంఘిక సంబంధాల సాధనాలను చేకూరుస్తుంది.

కెప్టెన్. ఎ. వి. కె. రాజు.

# 185. మాన చిత్ర లేఖన శాస్త్రము (Cartography)

నిర్వచనము, పరిధి :-

ఈ రోజుల్లో మానచిత్రాలను చూసి గాని లేదా కనీసం వాటి గురించి వినిగాని ఉండనివారు ఉండటం చాలా అరుదు మానచిత్రం అసలు మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రపు అంతిమ ఉత్పత్తి అయినప్పటికీ, మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రము గురించి ఏ కొద్ది అయినను తెలిసినవారు తక్కువ. స్థూలంగా మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రము అంటే మాన చిత్రాలను తయారుచేయడానికి అవసరము అయ్యే శాస్త్రము. అంటే మానచిత్రాలను తయారు చేయడానికి అవసరమయ్యే శ్రేణి పరిశీలన, సమాచార సేకరణ, మొదలు మానచిత్రాలను ముద్రించి అమ్మకానికి విడుదల చేసేవరకు గల కార్యక్రమాన్ని ఈ శాస్త్రపరిధి లోనికి వస్తాయి, ఈ రెండు కార్యక్రమాలకు మధ్య మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రానికి పరిమితమైన కొన్ని సాంకేతిక పరమైన దశలవారీ కార్యక్రమాలు కొన్ని వున్నాయి. అవి మానచిత్రపు స్కేల్ నిర్ణయం, ప్రక్షేపణ పద్ధతి మాన చిత్రంలో చూపవలసిన విషయాల చిహ్నాలు, మానచిత్రపు డిజైన్, మానచిత్రంలో ఉపయోగించే లివీక్లెరి, పరిమాణము ఎక్కువ నకళ్ళను తీయడానికి పీలయ్యే అసలు నమూనా మానచిత్రాన్ని తయారు చేయడం లాంటివి.

మానచిత్రం అంటే భూమియొక్క లేదా భూమి మీది కొంతభాగం యొక్క గాని, ఆకాశం యొక్క గాని, దృగ్గోచరము లయిన లేదా ఊహాత్మకమైన స్థావర (Locational), విస్తరణీయ సరకులను ఒక స్కేల్ ఎన్నుకొని గీసే చిహ్నాలతో కూడిన

చిత్రంగా నిర్వచించవచ్చు. ఇలా గీసే మాన చిత్రపు ముఖ్యోద్దేశము (Function) లేదా ప్రయోజనము శ్రేణియ స్థావరాలు (Spatial Positions), వాటినుండి ఉత్పన్నమయ్యే దృగ్విషయాల (Phenomena) సంబంధ బాంధవ్యాలను విశ్లేషించడానికి దోహదం చేయడమే. ఈ విధంగా చూస్తే మానచిత్రాలకు ఆధునిక యుగంలో భావప్రకటనా సాధనాలలో ముఖ్యమయిన భాషకు ఉన్నంత ప్రాముఖ్యము వుంది. అందుచేత మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రము దృగ్విషయాల శ్రేణియ విస్తరణతో ప్రమేయంగల భూగోళ శాస్త్రము, చరిత్ర, మానవ శాస్త్రము, ఆర్థికశాస్త్రము మొదలయిన శాస్త్రాలకు ఒక ప్రధానమయిన సాంకేతికరీతి (Technique) గాను ఒక భావ ప్రకటనా సాధనంగాను కూడా పనికి వస్తుంది పైగా సాంఘిక శాస్త్రజ్ఞులు ఉపయోగించే దత్తాంశ వివరణలు ప్రధానంగా మానచిత్రాల రూపంలో లభ్యమవుతున్నాయి.

మూలిక మానచిత్రాలను (Base Maps) తయారు చేయడంలో భూగోళ శాస్త్రం, ఆర్థిక శాస్త్రం, త్రికోణమితియ శాస్త్రం, (Trigonometry), భూగోళ గణిత శాస్త్రం, (Geodesy) మొదలయిన శాస్త్రాల సహకారం కూడా అవసరము. కాబట్టి మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రాన్ని అంతర శ్రేణియ పోషకం అనడం భావ్యము. ఈ శాస్త్రాల అన్నిటి విజ్ఞానాన్ని అనుసంధానం చేసి మాన చిత్ర లేఖన శాస్త్రాన్ని రూపొందించడంలో భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుని పాత్ర ఎంతేని ఉన్నది. పైగా మాన చిత్రాలను విరివిగా ఉపయోగించేది కూడా భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడే. మానచిత్రాలను చూసినప్పుడు కలిగే భావం కళాత్మకంగాను, వాటిని తయారు

చేయడంతో ఆవశరమయ్యే పరిజ్ఞానం శాస్త్రీయంగాను ఉండటం చేత మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రాన్ని, ఒక కళగాను, ఒక శాస్త్రంగాను కూడ పరిగణింప వచ్చు.

**మానచిత్ర లేఖన శాస్త్ర చరిత్ర :-**

స్కెల్ తగ్గింపు, దళ, దూరము మొదలయిన భావాలు మానవునిలో సహజంగా అంతర్గతమై ఉండి అనాదిగా సస్తుచ్ఛాయ మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రము యొక్క మూలము అదిమ మానవుడు తాను నివసించే ప్రాంతపు చిత్రాన్ని గీయాలనే ఆలోచన నుండి వచ్చినది. ఇటువంటి చిత్రాలను ఎస్కిమో, ఆజ్కెక్ (Aztec) తెగలవారు వేటాడడంలోను లేదా సంచారం చేయడంలోను వారికి తెలిసిన ప్రాంతపు చిత్ర ప్లాన్లను చారు నివసించే గుహల గోడలపైన గుర్తు కోసం గీసుకొనేవారు. ఇలా చిత్రాలు గీయడం లిపి కంటే పూర్వమే ఉన్నది. మనకు ఇప్పుడు లభించే బహు పురాతనమైన మానచిత్రము సుమారు క్రీ.పూ. 1320వ సంవత్సర ప్రాంతానికి చెందిన టురిన్ పేపెరస్ (Turin Papyrus) అనే మానచిత్రము. దీనిలో ఈజిప్టులోని ఒక బంగారు గని స్కెచ్ గీయబడినది.

పూర్వము నుండి మానచిత్ర లేఖన శాస్త్ర చరిత్ర ముఖ్యంగా భూమి ఉపరితలము-దాని పరిమాణాలను కొలవడం, వాటిని మానచిత్రంలో, గీయడంతో ముడిపడి ఉండేది. ఈ దశలో గ్రీక్, రోమన్, జర్మన్ శాస్త్రవేత్తలు ఎక్కువగా జ్యామితి, త్రికోణమితీయ శాస్త్రాల విజ్ఞానంతోను, విస్తృతంగా పర్యటన చేయడంలో గడించిన పరిజ్ఞానంతోను, తమకు తెలిసినంత వరకు ప్రపంచ మానచిత్రాలను తయారు చేసినారు. అటువంటి వారిలో హెకటేయస్ (Hecataeus), అనక్సి మండర్ (Anaximander), ఎరటో స్తనీస్

(Eratosthanese) టోలమీ, (Ptolemy), స్ట్రాబో (Strabo) మొదలయిన వారు ముఖ్యులు, క్రీ.శ. 2వ శతాబ్దంలో టోలమీ వ్రాసిన గ్రంథంలో తయారు చేసిన మానచిత్రం కారణంగా మానచిత్ర లేఖనం కొంత ఉన్నత స్థితికి వచ్చినది. 1492లో మార్టిన్ బెహీమ్ (Martin Beheim) 20 అంగుళముల వ్యాసంగల గ్లోబ్‌ను తయారు చేసినాడు. ఆ గ్లోబ్‌మీద భూ-ధృత్య రేఖ, కర్కటక మకరరేఖలు, ఆర్కిటిక్ అంటార్కిటిక్ వలయాలు గుర్తించ బడ్డాయి. క్రీ.శ. 1541వ సంవత్సరంలో గెర్హార్డ్ మెర్కెటర్ (Gerhard Mercator) ఒక గ్లోబ్‌ను, 1569 లో ప్రపంచ మానచిత్రాన్ని తయారు చేసినాడు. మెర్కెటరు తన మానచిత్రాలలో సరియైన ఆకారాన్ని డిక్ జ్ఞానాలను (Bearings) సూపగల ప్రక్షేపాన్ని ఉపయోగించడం ఒక ప్రత్యేకత. ఈ ప్రక్షేపము ఈనాటికి కూడా ఉపయోగించ బడుతున్నది.

పూర్వం భారతీయుల మానచిత్ర లేఖన శాస్త్ర విజ్ఞానం కూడా ప్రళంసనీయమే. భారతీయులు యూరేషియా, ఆఫ్రికాలోని కొన్ని ప్రాంతాలు పర్యటించేవారని, వారికి కూడా ప్రపంచాన్ని గూర్చిన వివరాలు తెలియునని, వాటిని ఒక ప్రపంచ మాన చిత్రంలో పొందుపరచినట్లుగాను, వారికి తెలిసిన ప్రపంచాన్ని జంబు, పుష్కరి, శాక, శాల్యలి, ప్లక్ష, కళ, క్రౌంచ-అనే సప్తద్వీపాలుగా విభజించి నట్లును తెలియుచున్నది.

2వ శతాబ్దానికి 16వ శతాబ్దానికి మధ్య మాన చిత్ర లేఖన శాస్త్రం కేవలం సముద్రయానానికి పనికివచ్చే శాస్త్రంగా మాత్రమే మిగిలిపోయినది.

క్రీ.శ. 1789 వ సంవత్సరములో లార్డ్ క్లైవుచే ఇండియా సర్వేయరు జనరల్‌గా ప్రప్రథమంగా నియమింపబడిన జేమ్స్ కెన్నెల్ క్రీ.శ. 1789 వ సం॥లో 1 అంగుళానికి 1° స్కెల్ పై మొట్టమొదటి

ప్రామాణిక ఇండియా మానచిత్రాన్ని ("Map of Hindustan") తయారుచేసినారు.

19వ శతాబ్దంలో అంతవరకు వర్ణనాత్మక శాస్త్రంగా ఉన్న భూగోళశాస్త్రం, పూర్తి శాస్త్రీయ దృక్పథంగల శాస్త్రంగా రూపొందడంతో, మాన చిత్ర లేఖన శాస్త్రంలో కూడా విస్తృతమైన మార్పులు వచ్చాయి.

తియోడలైట్.నిస్త్రొత్రి,మొదలగు కొన్ని యాంత్రిక పరికరాల ఉపయోగంవల్ల సర్వేక్షణలో వచ్చిన పురోభివృద్ధి, లిథోగ్రఫీ (Lithography), ఫోటో ఎన్ గ్రేవింగ్ (Photo Engraving), రంగులు, గణాంకపద్ధతుల ప్రయోగము మొదలయిన నూతన సాంకేతికరీతులు మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రాభివృద్ధికి కేవలం స్థలాకృతి మానచిత్రాలను హైడ్రోగ్రాఫిక్ చార్టును తయారు చేయడంలోనే గాక, మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రాన్ని సాంఘిక, భౌతిక శాస్త్రాల్లోకూడా ఎక్కువగా ఉపయోగించడంతో, మానచిత్రలేఖన శాస్త్రం దానంతట అదే ఒక ప్రత్యేక శాస్త్రంగా పరిణామం చెందినది. ఈ మధ్యకాలంలో ఆభివృద్ధి చెందిన విమాన చాయాగ్రహణము (Aerial-Photography) కూడా మానచిత్రలేఖన శాస్త్రానికి ఎంతో దోహదకారిగా ఉన్నది.

ప్రస్తుతం మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రం ప్రపంచ మంతటా, ఉన్నత విద్యాస్థాయిలలో కూడా బోధింపబడుతున్నది. ఈ శాస్త్రం అంతర్జాతీయంగా కూడా గుర్తింపబడి, ఐక్యరాజ్య సమితిలో ఒక మానచిత్ర లేఖనశాస్త్ర విభాగం స్థాపించబడినది ఈ విభాగం ఆధ్వర్యంలో 1:1 మిలియన్ స్కేల్ పై ప్రపంచ మానచిత్రపు భాగాలను తయారు చేస్తున్నారు. ఇప్పుడు ఇ చుమించు అన్ని దేశాలు సర్వేక్షణ విభాగాలను కలిగిఉండడం గాని, లేని దేశాలు ఉన్న దేశాల సహాయం తీసుకొని గాని

సర్వేక్షణ, మానచిత్రాల తయారీ కార్యక్రమాలను కొనసాగించడం జరుగుతున్నది.

## మానచిత్ర లేఖన శాస్త్ర అంశాలు (Elements of Cartography)

భూమి యొక్క పరిమాణ, ఆకారాల కారణంగా మానచిత్రలేఖన శాస్త్రజ్ఞులకు ప్రధానంగా రెండు సమస్యలు ఎదురవుతాయి. వాటిలో మొదటిది — ౪,971 కి.మీ. ల భూమధ్యరేఖా వ్యాసార్థము కలిగిన భూగోళాన్ని, ఉపయోగించడానికి అనువైన మాన చిత్ర పరిమాణానికి కుదించడము; రెండవది — గోళాకారంగా ఉన్న భూమి ఉపరితలాన్ని సమతలంగా ఉన్న కాగితం మీదకు బదిలీ చేయడం.

మొదటి సమస్యను ఒక స్కేల్ ఎన్నిక చేసుకోవడం ద్వారా తీర్చవచ్చు. స్కేల్ ఎన్నిక చేసుకొనే పద్ధతి ద్వారా భూమి నంతటిని గాని, లేదా దానిలో కొంత భాగాన్ని గాని, కేవలం మనకు అనుకూలమయిన చిన్న మానచిత్ర పరిమాణానికే కాకుండా తర్కానుబద్ధము, శాస్త్రీయము కూడా అయిన పరిమాణానికి తగ్గించ వచ్చు. స్కేల్ అంటే భూమి మీది దూరాలకు మానచిత్రంలోని అవే దూరాలకు గల నిష్పత్తి. ఉదాహరణకు మాన చిత్రంలోని 1. సెం.మీ. ఆ చిత్రంలో చూపబడ్డ భూమి మీద ఒక కి.మీ. కు సమానమని చెప్పినట్లయితే 1. కి.మీ. పొడవుగల భూభాగం మాన చిత్రంలో 1 సెం.మీ. కు కుదించబడినదన్న మాట. దీనినే ఇంకా చిన్నదిగా చేయవలెనంటే 1. సెం. మీ. కు 2 కి.మీ. సమానమయిన స్కేల్ తీసుకోవాలి. పెద్ద స్కేల్ గా మార్చవలెనంటే 1 సెం.మీ. కు  $\frac{1}{2}$  కి.మీ. లేదా 2 సెం.మీ కు 1 కి.మీ. సమానమయిన స్కేల్ ఎన్నిక చేసుకోవాలి. మనకు మానచిత్రంలో చూపవలసిన వివరాల సంఖ్య, స్వభావాలను బట్టి స్కేల్ పరిమాణాన్ని ఎన్నిక చేసుకోవలసి ఉంటుంది. ఎక్కువ

చిహ్నము కేవలం స్థల సూచికంగానే కాక ఆ పట్టణ పరిమాణాన్ని కూడా తెలియజేస్తాయి. బిందురూప చిహ్నాలవలెనే రేఖామాన చిహ్నము కూడా గుణాత్మక (Qualitative), పరిమాణాత్మక (Quantitative). వివరాలను కూడా సూచిస్తాయి. ఉదాహరణకు అక్షరాలు, సరిహద్దురేఖలు, రహదారులు, నదులు, తీరరేఖలు మొదలయినవి గుణాత్మకమైన రేఖామాన చిహ్నాల క్రిందికి వస్తాయి. రేఖామాన చిహ్నాలలో కూడా పరిమాణపు విలువలను సూచించేవి కూడా ఉంటాయి. అవి సమవిలువలను సూచించే సమోన్నత రేఖలు, సమభార రేఖలు,

సమవర్షపాత రేఖలు మొదలైనవి. విస్తీర్ణ చిహ్నం ద్వారా మానచిత్రములోని కొన్ని వివరాలను సూచించడానికి బిందురూప, రేఖామాన చిహ్నాలను రెండింటిని కలిపి ఉపయోగిస్తారు. వీటిలో కూడా గుణాత్మక, పరిమాణాత్మక చిహ్నములు ఉంటాయి. ఉదాహరణకు ఆడవులు, ఎడవులు, రాజకీయ విభజనలు మొదలయిన వాటిని గుణాత్మక విస్తీర్ణ చిహ్నాలతో సూచిస్తారు.

మానచిత్రం లోని కొన్ని నిర్దిష్ట స్థానాలను కాని, సూచించవలసిన వివరాల లక్షణాలను కాని, గుర్తించడానికి లిపికరణ చాలాముఖ్యమైనది. మానచిత్ర లేఖనములో లిపికైలి, పరిమాణము చాలా

### CHEL TENHAM WIDE ITALIC

*Cheltenham Wide Italic*

### GOUDY BOLD

*Goudy Bold*

Some classic or old style letter styles

### GOUDY BOLD ITALIC

*Goudy Bold Italic*

### CASLON OPEN

### BODONI BOLD

*Bodoni Bold*

Some modern letter styles

### BODONI BOLD ITALIC

*Bodoni Bold Italic*

### MONSEN MEDIUM GOTHIC

*Monsen Medium Gothic Italic*

### COPPERPLATE GOTHIC ITALIC

Some sans serif letter styles

### FUTURA MEDIUM

### LYDIAN BOLD

### DRAFTSMANS ITALIC

## ABCab12

Text type style

పటము 2. మానచిత్రంలోని లిపికరణ రేఖలు.

ముఖ్యమైన పాత్ర వహిస్తాయి. ఈ లిపికరణలను, పరిమాణాలను (2) వ పటములో చూడవచ్చును. మానచిత్రములోని అక్షరాలు స్పష్టంగాను, పెద్దవిగాను, ఉండటం అవసరమేగాని, ఇవి మిగత వివరాలను మరుగు పరచకూడదు. అందుచేత ఆ వివరాల గోచరతకు భంగం కలుగకుండా, అక్షరాలు స్పష్టంగా కన్పించేటట్లుగా ఉండునట్లు లిపికరణలను పరిమాణాలను ఎన్నిక చేసుకోవడం మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రజ్ఞుని కర్తవ్యము.

మానచిత్రపు డిజైన్ విషయంలో చాలా జాగ్రత్తలు తీసుకోవలె. మానచిత్రము శాస్త్రీయ పద్ధతిలోను భావ ప్రకటనా సాధనముగాను, వినియోగాత్మకమయిన పరికరంగాను, ప్రాముఖ్యము వహించుటచే మానచిత్రపు డిజైన్ సరిఅయిన పద్ధతిలో ఉండవలె. మాన చిత్రలేఖనములో ఉపయోగించే ప్రక్షేపము, స్కేల్, విస్తరణ, లిపికరణలు దానిలో ఉపయోగించే రంగులు మొదలైనవి అన్నీ మానచిత్రాన్ని డిజైన్ చేయటంలో సక్రమంగా ఉపయోగించక పోయినచో ఆ మానచిత్రము దానిని వ్యాఖ్యానించే వ్యక్తిని వక్రమార్గాన్ని పట్టస్తుంది.

### ప్రధాన మానచిత్రాల రకాలు:

మనము ఎన్ని ప్రయోజనాలతో మానచిత్రాలను తయారు చేస్తామో, అన్ని రకాల మానచిత్రాలు ఉంటాయి. కానీ స్కేల్ నుబట్టి వానిని ప్రధానంగా పెద్దస్కేల్ మానచిత్రాలు, చిన్న స్కేల్ మానచిత్రాలుగా విభజించ వచ్చు. పెద్ద స్కేల్ మానచిత్రాలు తక్కువ భూ భాగాన్ని ఎక్కువ వివరాలతోనూ, చిన్న స్కేల్ మానచిత్రాలు ఎక్కువ భూ భాగాన్ని తక్కువ వివరాలతోనూ సూచిస్తాయి. ఉదాహరణకు చిన్న స్కేల్ లో ఉండే కుడ్య మానచిత్రాల (Wall-maps) లో కేవలం దేశ దేశాల సరిహద్దులు, సముద్రతీర లేఖలు, ప్రధాన పర్యటన ప్రాంతాలు,

నదులు మొదలయిన కొన్ని ముఖ్య వివరాలను, మాత్రమే సూచిస్తారు. పెద్దస్కేల్ మానచిత్రాలయిన స్థలాకృతి మానచిత్రాలు (Topographic-sheets, పట్టణ మానచిత్రాలు, భూస్థితి (Cadastral) మానచిత్రాలు మొదలైన వాటిలో వివరాలన్నీ విపులంగా చూపబడతాయి.

మానచిత్రాల్లో చాలా రకాలు గలవు. అవి: భౌతిక, రాజకీయ, గణాంక, విస్తరణీయ, స్థలాకృతిక, భౌమస్థితిక, నిమోన్నత స్థితిక, వాతావరణక, నౌకాయానక మానచిత్రాలు మున్నగునవి.

ఒక మానచిత్రాన్ని తయారుచేయడంలో మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రజ్ఞుని పని పరిపూర్తి కాదు. మానచిత్రాల నకళ్ళను విరివిగా తయారు చేసి, సర్వత్రా లభ్యమయ్యేటట్లుగా చేయటం కూడా మానచిత్ర లేఖన శాస్త్రజ్ఞుని విధి. అందుకు అతడు ఎక్కువ నకళ్ళను తీయడానికి వీలయ్యే నమూనా (Model) మానచిత్రాన్ని తయారు చేసి, ముద్రణకు పీటగా ఇవ్వవలసి ఉంటుంది. ఈ దశలోని సాంకేతిక కార్యక్రమాలు - ఫోటో ఎన్ గ్రేవింగ్, ఫోటోస్టాడ్, రిటోగ్రఫీ లాంటి - సాంకేతిక రీతుల కారణంగా చురుకుగా సాగుతున్నాయి.

ఉదయభాస్కర రావు. వి.

### References

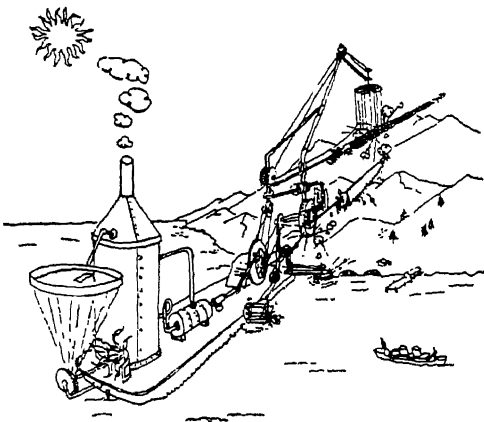
1. Raisz Erwin: General Cartography. Mc-Graw Hill Book Co; NY. 1948.
2. Raisz Erwin : Principles of Cartography-Mc. Graw Hill Book Co, NY. 1962.
3. Robinson, A.H. Elements of Cartography. John Wily and Sons Inc. NY. 1958
4. Misra. R P. Fundamentals of Cartography. Prasaranga, University of Mysore. 1969.



## 186. భూస్వరూప శాస్త్రము

నిర్వచనము - లక్ష్యాలు :-

భూస్వరూప శాస్త్రము భూవిజ్ఞాన భాగోళ, శాస్త్రాల రెండింటిను ఒక ప్రధాన విభాగము. పుష్కళమైన సౌరవికిరణ శక్తి యాంత్రిక శక్తిగా మార్చుచెంది భూస్వరూప దృశ్యాల రూపు రేఖలను ఎలా తీర్చిదిద్దుతోందో అవగాహన చేసికోవడమే భూస్వరూప శాస్త్ర పరిశీలనలోని ప్రధాన లక్ష్యము. భూస్వరూప శాస్త్రాన్ని ఒక యంత్రంగా మనం భావించవచ్చు. సౌరశక్తి వల్ల నడిచే ఆవిరియంత్రము, పంపాలు, రంపాలు, పేషజ చక్రాలు, మొదలైన వాటి యాంత్రిక చలనానికి, హైడ్రాలిక్ జెట్స్ (Hydraulic jets) భూస్వరూప దృశ్యాల తయారణానికి ఏ విధంగా తోడ్పడతాయో పరిశీలించి నప్పుడు ఈ విషయము మనకు బాగా అవగాహన మవుతుంది. (చూపటము 1)



పటము 1. భూస్వరూప శాస్త్ర యంత్రము

భూస్వరూప శాస్త్రాన్ని భూ స్వరూపాల వర్ణన- ఉద్భవాలను ప్రధానంగా ముచ్చటించే శాస్త్ర విభాగంగా కూడా చెప్పవచ్చు. ప్రస్తుత కాలంలో సముద్ర హరివాణాల వైస్సగ్గికి స్వరూప - పరిశీలన

(52)

కూడా భూస్వరూప శాస్త్రంలో ఒక భాగంగా పరిగణిస్తున్నారు. సాధారణంగా భూగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు భూస్వరూప శాస్త్రాన్ని - భూస్వరూపాల ప్రభావం మానవుని క్రియా కలాపాలపై ఏ విధంగా ఉంటుందో తెలిసికొనేందుకు - పరిశీలిస్తాడు. కాని భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞుని ధ్యేయము ఎక్కువగా భూ స్వరూపాలలోని తారతమ్యాలను వాటి ఆవిర్భావానికి కారణభూతమైన ప్రక్రియలను పరిశీలించుటయే.

మూలసూత్రాలు :-

సుమారు రెండు శతాబ్దాల కాలంలో భూ స్వరూపాల పరిశీలన వల్ల ఆధార భూతమైన కొన్ని స్థూల సూత్రాలు ద్యోతక మయ్యాయి. కాల వ్యవధికి తట్టుకొని ఋజువయిన అట్టి మూల సూత్రాలలో ఈ క్రిందివి చెప్పకోదగ్గవి.

(i) ఈనాడు భూ స్వరూపాల ఆవిర్భావానికి ఏ భౌతిక ప్రక్రియలు కారణభూత మవుతున్నాయో, గడచిన భౌమకాల పరిధిలో కూడా అట్టి ప్రక్రియలే పనిచేసి ఉండవలె. అయితే కాల వ్యవధిని బట్టి వాటి తీవ్రతలో మార్పులు ఉండి ఉండవచ్చును.

(ii) ఏదైనా ఒక ప్రాంతంలో మనం ఇప్పుడు చూస్తున్న ఒక భూస్వరూపాన్ని (1) ఆ భూస్వరూప నిర్మితి (Structure) (2) గతంలోకాని ప్రస్తుతంలో కాని ఆ భూస్వరూప ఆవిర్భావానికి కారణ భూతమయ్యే ప్రక్రియలు (Processes) (3) ఈ పరివర్తన చక్రం (Cycle of change) లో ఆ భూస్వరూపం ఇప్పుడు ఉన్న ప్రస్తుతదశ (Stage)-అనే మూడు ప్రధాన కారకాల ఉత్పన్న పదార్థంగా నిర్వచించ వచ్చు. ఈ మూడు కారకాల ప్రభావం కూడా విస్తృత వైవిధ్యం కలిగి ఉంటుంది.

(Depositional Phases) తో సమన్వయ పరచటానికి ప్రయత్నించినారు. యూరప్ ఖండంలోని పట శాస్త్రజ్ఞులు భూస్వరూపాల అభివృద్ధిలో విరుప కారకత (Tectonism) ప్రధాన పాత్రవహిస్తుందనే విషయాన్ని ఉద్ఘాటించారు. అయితే వారిలో ఆల్ బ్రెక్ట్ పెంక్ అనే ఆయన, ఆయన కుమారుడు, వాల్ తర్ పెంక్ అనే ఆయన ముఖ్యంగా పేర్కొనవలసిన శాస్త్రజ్ఞులు. ఇదే కాలంలో కొంతమంది కొండవాలుల స్వభావాన్ని గురించి, వాటి తిరోగమనపు తీరును గురించి తెలిసికొనేందుకు కావలసిన సమాచారాన్ని సేకరింపజొచ్చినారు. అయితే దీని పర్యవసానంగా ఈ తిరోగమనం యొక్క స్వభావం (ప్రవృత్తి)-భౌగోళికమైన ఉనికి, శీతోష్ణస్థితుల ప్రభావంతో పనిలేకుండా-ప్రపంచ మంతటా ఒకేలా ఉంటుందా అన్న విషయంలో అభిప్రాయ భేదాలకు దోహదపడింది. ఈ కాలంలో ఎటువంటి శీతోష్ణస్థితి (ఆర్థ) లేదా ఉష్ణ) ని సామాన్య శీతోష్ణస్థితిగా పరిగణించవలె - అనే ఆశంపై కూలంకషమైన చర్చలు జరిగాయి. భూస్వరూపాల పరిణామానికి చెందిన అంశాలపై ఏర్పడ్డ అభిప్రాయ భేదాలను సమర్థించి ఋజువు పరచటం తప్పనిసరి అవటంవల్ల కేవలం గుణాత్మక పరిశీలన ఆవశ్యకమయింది. అందుకు గాను భూభాగంలోని విభిన్న ప్రాంతాలలో పెద్ద ఎత్తున పరిమాణాత్మక దత్తాంశాలను సేకరించటం జరిగింది. ఇది సహజంగా పరిమాణాత్మక భూస్వరూప శాస్త్ర (Quantitative geomorphology) పరిశీలనకు నాందిభూతమయింది.

గతిశీల భూ స్వరూప శాస్త్రము (Dynamic Geomorphology) స్థూలంగా శైథిల్యము, నేలలు ఏర్పడటం, ఉపరితల వికోషీకరణము, నదుల హిమానీనదాల క్రమక్షయము, నిక్షేపణ, బృహచ్చలనాలు, సముద్రప్రవాస క్రమక్షయము-

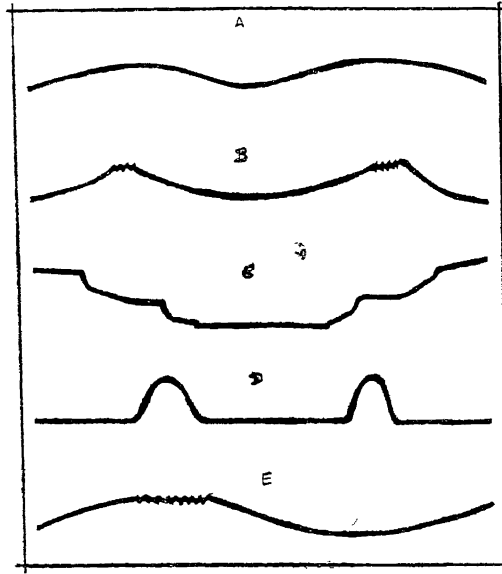
క్రమక్షయము - తీరనిక్షేపణ, నిక్షేపణ మొదలైన ప్రక్రియల పరిశీలనతో కూడి ఉంటుంది. అయితే పైన పేర్కొన్న ప్రక్రియలలో ప్రతి ఒక్కదాని వ్యక్తిగత ఫలితము ఒక భూ స్వరూపముపై ఏ విధంగా ఉంటుందని విడివిడిగా చెప్పడమనేది సులభమైన పనికాదు. ఉదాహరణకు ఒక నదియొక్క గట్టు కూలిపోయిన దనుకొనుము. ఈ చర్య నదీవక్రతలో గట్టు అడుగుభాగము నీటికోతకు గురియైనాని, గురుత్వాకర్షణ శక్తివల్ల కాని, తీవ్రమైన వరదల వల్లకాని, వదులుగా ఉన్న వరద మైదాన నిక్షేపాల దృఢీభవనం వల్లకాని, క్రమక్షయము నుంచి కాపాడే దట్టమైన ఉద్యుజ్జాలు (Vegetation) లేకపోవటం వల్లకాని, తదితర కారణాలవల్ల కాని, సంభవింపవచ్చు. అయినప్పటికీ ఇట్టిచర్యకు ఎక్కువగా ఏ ప్రక్రియ కారణభూతమై ఉంటుంది అనే విషయాన్ని గుర్తింపవలసిన కర్తవ్యం భూస్వరూప శాస్త్రజ్ఞుని పైఉంది. అంతేకాక ఆ చర్యకు దోహదం చేసిన పరిస్థితులు ఏతదితర ప్రాంతాలలో ఏర్పడ నున్నవో నూచించి పోల్చుచే బాధ్యత కూడా అతనిపై ఉంది.

నిర్మితియ భూస్వరూప శాస్త్రము (Structural Geomorphology) భూస్వరూపాల నైసర్గిక స్వరూప పరిణామంలో నిర్మితియొక్క ప్రభావాన్ని గురించి చర్చించే శాస్త్ర విభాగము. ఆశ్మ విజ్ఞానము (Lithology), ఊర్వ లేదా అధోపీడనాల వల్ల భూభాగాలు పైకి లేదా కిందకు సప్తకోపటము, (uplift and subsidence), నిమోన్నతాలు మొదలైన అంశాలకు సంబంధించిన విషయాలు ఈ నిర్మితియ పరిశీలనలో ఇమిడి ఉంటాయి.

శీతోష్ణ భూస్వరూప శాస్త్రము (Climatic Geomorphology) భూ భాగంలోని వేర్వేరు మేఖలల (belts) పై శీతోష్ణ పరామితు (Cli-

matic Parameters)- ప్రధానంగా ఉష్ణోగ్రత, పీడనము, అవపాతాల యొక్క - ప్రభావము, ఎలా ఉంటుందో పరిశీలించే శాస్త్ర విభాగము. శీతోష్ణస్థితి ఒక ప్రక్రియ యొక్క క్రియాశీలతను మార్పు చేయటంపై ప్రభావం చూపుతుంది. ఉదాహరణకు

ఒక నది యొక్క క్రమక్షయక్రియాశీలత కొంత వరకు ఆ నది ఉష్ణ, సమశీతోష్ణ, కుష్క ప్రాంతాలలో దేనిలో ప్రవహిస్తున్నది అనే శీతోష్ణ పరామితిపై ఆధారపడిఉంటుంది. (చూ. పటము 2)



పటము 2.

A. ఆర్థ ప్రాంతాలలోని పెసిఫ్లేస్ ; B. ఆర్థ కుష్క ప్రాంతాలలోని పెసిఫ్లేస్ ; C. కుష్క శీతోష్ణ యొక్క అంతిమ ఆకారం ; D. సవన్న లేక ఇన్సల్ బర్న్ భూదృశ్యము, E. హిమానీ నదాంతర లేక ఉపధృవ భూదృశ్యము,

ప్రపంచంలోని వేర్వేరు శీతోష్ణ మేఖలలో వాలుల యొక్క స్వభావంలో సంభవించే సాధారణ తారతమ్యాలను ఈ శాస్త్రం సూచిస్తుంది. ఇటీవల శీత్రీయ పద్ధతుల ద్వారా భూస్వరూప రేఖలను, అందు నిక్షేపణ ఆయ్యే కుళ్ళిన కొయ్యకర్పణాలు మొదలైన పదార్థాలను ఆధారం చేసికొని కాలానుక్రమాన్ని, ప్రయోగశాల (C<sub>14</sub>) పద్ధతుల ద్వారా వాటి కాలపరిమితిని నిర్ధారణ చేసేటందుకు ప్రయత్నిస్తున్నారు. భూస్వరూపాల అభివృద్ధిలో గల అనుక్రమాన్ని నిర్ధారణ చేసేటందుకు స్తర శాస్త్ర సూత్రాలు ఎంతో సహకరిస్తాయి. ప్రయోగశాలలో జరిపే పరీక్షలు చాలవరకు సంస్తర

భారము లేదా అవక్షేపాలపై నదీ, సముద్ర క్రమక్షయ ప్రభావం ఏ విధంగా ఉంటుందో పరిశీలించటం వరకు మాత్రమే నియమితమై ఉంటాయి. గత రెండు దశాబ్దాల కాలంలో సాంఖ్యిక విధానాలను ఉపయోగించి భూస్వరూపాల జ్యామితికి, ప్రక్రియల స్వభావానికి ఉండే సంబంధాన్ని సూచించే కొన్ని అనుభవిక సూత్రాల (Empirical formulae) ను రూపొందించారు.

**అనువర్తిత భూస్వరూప శాస్త్రము**  
(Applied Geomorphology)

నవనాగరిక ప్రపంచములో ఎటువంటి విజ్ఞానమైనా, ఆది కొంతవరకైనా ప్రయోజనాత్మకంగా

ఉన్నప్పుడే జనాకర్షణకు ఆస్కారమవుతుంది. భూస్వరూపాల అభివృద్ధికమము యొక్క, వాటిని తీర్చి దిద్దటంలో పనిచేసే పలు ప్రక్రియల యొక్క కూలంకష పరిశీలన - జల విజ్ఞాన శాస్త్రము, ఇంజనీరింగ్, భూ విజ్ఞాన శాస్త్రము, ఆర్థిక భూ విజ్ఞాన శాస్త్రము, భూ వినియోగ పరిశీలనలు, పట్టణాభివృద్ధికార్యక్రమాలు మొదలైన - అనేక ప్రయోజనాత్మక రంగాలలో ఎంతో కాలంగా పాత్ర వహిస్తుంది. అయితే ఈ విషయాన్ని మన దేశంలో ఇంకా పూర్తిగా గుర్తించలేదని చెప్పవచ్చు. ఏదైన ఒక ప్రదేశంలో పని చేస్తున్న ప్రక్రియలను మనం బాగా అవగాహన చేసుకుంటే ఆ ప్రదేశ స్థలాకృతిలో రానున్న మార్పుల స్వభావాన్ని ముందుగా సూచన చేయటం ఎల్లప్పుడూ సాధ్యమని చెప్పవలె;

కట్టడాలకు, పరిశ్రమలకు సంబంధించిన అనేక సమస్యలలో ఎక్కువగా ఆ ప్రాంతంలోని కఠిన శిలా భూవిజ్ఞానం కన్న ఉపరితల నిక్షేపాలను స్వభావాన్ని అవగాహన చేసుకోవటం ఎక్కువ అవరము. మనదేశంలో ఇటీవల ప్రభుత్వ సంస్థలకు చెందిన భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులను, భూగోళ శాస్త్రజ్ఞులను భూస్వరూప విజ్ఞానంయొక్క అనువర్తనాం ప్రాధాన్యాన్ని గుర్తించటంపట్ల తగిన ఆసక్తిని శ్రద్ధను తీసికొనుట ప్రారంభించినారు. భూస్వరూప శాస్త్రము కేవలము ప్రకృతి సౌందర్యాన్ని చూచి తృప్తిచెందే కళాకారులకే కాక శాస్త్రజ్ఞులకు గల భూశాస్త్రజ్ఞులకు కూడా నేడు ఎంతో అవసరమైనదిగా రూపొందింది.

డా॥రా. వైద్యనాథన్

## 187. \*ఆంధ్రప్రదేశ్ భౌతిక భూగోళ పరిస్థితులు

పరిచయము :-

ఆంధ్రప్రదేశ్ భారత ద్వీపకల్పంలో తూర్పు వైపున దక్షిణమున మధ్యగాఉన్న ఒక రాష్ట్రము. ఇది  $12^{\circ} 14' - 19^{\circ} 54'$  ఉత్తర అక్షాంశాల మధ్యను,  $76^{\circ} 50' - 84^{\circ} 50'$  తూర్పు రేఖాంశాల మధ్యను వ్యాపించి ఉన్నది. ఈ రాష్ట్ర వైశాల్యము 2,74,680 చ. కి.మీ. ఇది వైశాల్యంలోను, జనాభాలోను, భారతదేశంలో ఐదవ పెద్ద రాష్ట్రము.

ఆంధ్రప్రదేశ్ కు ఉత్తరంగా ఒరిస్సా, మధ్య ప్రదేశ్ లు, పశ్చిమోత్తరంగా మహారాష్ట్రము, పడమట కర్నాటక రాష్ట్రము, దక్షిణాన తమిళనాడ్ రాష్ట్రము; తూర్పున బంగాళాఖాతము ఉన్నాయి. ఈ రాష్ట్రానికి ముఖ్యపట్టణం హైదరాబాదు.

తూర్పు తీరరేఖ పొడవు సుమారు 915 కి.మీ. ఈ తీరరేఖ ఎక్కువ వంపుల లేక తిన్నగా ఉంది. కృష్ణా, గోదావరి నదులు సముద్రంలో కలిసే ప్రదేశాల్లో మాత్రం తీరరేఖ వంపులు తిరిగి ఉంది.

ఈ తీరంలో సుమారు 10 రేవులు ఉన్నాయి. అందులో విశాఖపట్నం సహజ సిద్ధమయిన పెద్దరేవు పట్నం. కాకినాడ, మచిలీపట్టణాలు మధ్య తరగతి రేవులు. ఇవిగాక 7 చిన్నతరహా రేవులు కూడా ఉన్నాయి.

ఆంధ్రప్రదేశ్ ను భూవిజ్ఞాన శాస్త్రరీత్యా పరిశీలిస్తే ఇది భారతదేశ ద్వీపకల్ప భూగర్భ శాస్త్ర లక్షణాలను సంపూర్ణంగా వ్యక్తీకరించే భూశత్రమని చెప్పవచ్చు. ఇందు (1) ఇటీవలి నిక్షేపాలు, (2) లేటరైటు, (3) తృతీయ మహాయుగ ఆవక్షేపాలు, (4) దక్కన్ ట్రాప్స్, (5) ఎగువ గోండ్వానా, (6) దిగువ గోండ్వానా, (7) కర్నూలు వర్గపు శిలలు, (8) కడప వర్గపు శిలలు, (9) ఖండలైటు, (10) ధార్వార్ శిలలు, (11) చార్నక్వైట్స్, (12) ఆదిమహాయుగపు నైస్ లు మొదలగు శిలలు గలవు.

నిర్మాణము - నిమోన్నత స్వరూపాలు:-

భౌగోళిక పరిస్థితులనుబట్టి ఆంధ్రప్రదేశ్ ను మూడు సహజ మండలాలుగా విభజించ వచ్చును.

ఆవి (1) తీరమైదానము, (2) తూర్పు కనుమలు, (3) పెనిప్లేను.

1. తీరమైదానము :- తూర్పు కనుమలకు, బంగాళాఖాతపు తీరరేఖకు మధ్య ఉన్న మైదానాన్ని తీరమైదానము అంటారు. ఈ తీరమైదానం మధ్య భాగాన వెడల్పుగా ఉండి, ఉత్తర దక్షిణాలకు పోయిన కొద్దీ సన్నంగా ఉంది. విశాలమైన మధ్య తీరమైదానంలో చాలవరకు కృష్ణా గోదావరి నదులు తీసుకువచ్చిన ఒండ్రుమట్టితో నదీ ముఖద్వారపు మైదానాలు కలవు. ఇందు తూర్పుగోదావరి, పశ్చిమ గోదావరి, కృష్ణా, గుంటూరు జిల్లాలలోని విశాల భాగాలు ఉన్నాయి. ఈ రెండు నదుల మైదానాల మధ్య మంచి నీటి సరస్సుగు “కొల్లేరు” కృష్ణా, పశ్చిమగోదావరి జిల్లాలలో వ్యాపించి ఉంది. శ్రీకాకుళం, విజయనగరం విశాఖపట్టణం జిల్లాలలో ఉత్తరాన సన్నని తీరమైదానం ఉంది. దక్షిణవైపు ఉన్న తీర మైదానం ఎక్కువ భాగం నెల్లూరు జిల్లా లోను కొంతభాగం ప్రకాశం జిల్లాలోను ఉంది. దీని దక్షిణపు సరిహద్దుగ తిరుపతికొండ చెరియ లన్నవి. నెల్లూరుఖాళికాలో పెన్నానది చిన్న డెల్టా ప్రాంతాన్ని ఏర్పరచింది. పులికాట్ సరస్సు ఈ భాగంలోనే ఉంది.

2. తూర్పుకనుమలు; తదితర కొండలు :-

తూర్పుకనుమలనే కొండలు తీరమైదానానికి పశ్చిమంగాను దక్కన్ పీఠభూమికి తూర్పుగాను వ్యాపించి ఉన్నవి. పడమటి కనుమల వలె వరుసగా కాక క్రమక్షయం జరిగి నదీలోయల వల్ల చేదంపబడి కొండలు గుట్టలుగా చెడిరి ఉన్నాయి. వీటి సగటు ఎత్తు 1066 మీటర్లు. ఉత్తరాన ఒరిస్సా సరిహద్దు ప్రాంతం నుంచి దక్షిణాన తమిళనాడు సరిహద్దు వరకు ఈ తూర్పు కనుమల శ్రేణి వ్యాపించిఉంది. వీటిలో కెల్ల ఎత్తైనది మహేంద్రగిరి కొండ; దీనిఎత్తు 1524 మీటరు

(5000'). తరువాత ఎన్నదగినవి హార్టీస్ కొండలు; వీని ఎత్తు 1250 మీటర్లు (4100'). పాలకొండలు, గోలకొండలు, నల్లమలై, ఎర్రమలై కొండలును ఎన్నదగినవే.

తూర్పు కనుమలలో భాగమైన మరొక కొండల వరుస గోదావరిలోయకు, ఇరువైపులా వ్యాపించి ఉంది. పడమటి కనుమలలో భాగమైన సహ్యాద్రి పర్వత శ్రేణి భౌరంగాబాదు నుంచి ఆదిలాబాద్ జిల్లావరకూ వ్యాపించి ఉంది. తరువాత ఇది రెండు శాఖలై అగ్నేయ దిశగాపోయి కరీంనగర్, ఖమ్మం జిల్లాలవరకు వ్యాపించి ఉన్నది. ఆదిలాబాద్ లో వీటిని “నిర్మల్ గుట్టలని” కరీంనగర్ జిల్లాలో “రాఖీ గుట్ట” అని, ఖమ్మం జిల్లాలో “కందికట్ట గుట్ట” అని పిలుస్తారు. పడమటి కనుమలలో మరొక భాగమయిన బాలఘాట్ పర్వత వరుస నుంచి వేరుపడిన మరొక శ్రేణిలో అగ్నేయదిశగా వ్యాపించిన శాఖ హైదరాబాదు మహబూబ్ నగర్ జిల్లాలలో వ్యాపించి ఉన్నది. వీటిని “రాచకొండ గుట్ట”లు అంటారు.

3. పెనిప్లేన్ :-

ఆంధ్రప్రదేశ్ అంతర్భాగము నైసిక్ శిలా పీఠభూమి నుంచి ఏర్పడిన పెనిప్లేన్ భాగము. ఇది ఎక్కువగా అనంతపూర్, కర్నూల్, తెలంగాణా జిల్లాలలో ఉంది. దీని సగటు ఎత్తు 488 మీటర్ల నుంచి 610 మీటర్ల వరకు ఉంది. ఇది ఎక్కువ భాగము ఎర్రఇసుక నేల. మొత్తం మీద ఈ పెనిప్లేన్ భాగం కోతవల్ల ఏర్పడిన నదీ లోయల తోను, ఆక్కడక్కడ మైదాన స్వరూపాన్ని మార్చిన చిన్న గుట్టలు, కొండలతోను నిండి ఉన్నది.

నదులు :- రాష్ట్ర భూభాగం, వాయవ్యాన ఎత్తుగా ఉండి అగ్నేయ దిశగా వారి ఉంది. అందు చేత మన రాష్ట్రంలో ప్రవహించే నదులన్నీ

సాధారణంగా వాయవ్యదిశ నుంచి ఆగ్నేయదిశకు ప్రవహిస్తున్నాయి. ఈ రాష్ట్రంలో ప్రవహిస్తున్న నదులలో గోదావరి, కృష్ణ, తుంగభద్ర, పెన్న, వంశధార, మంజీరానదులు ముఖ్యమైనవి. గోదావరి, ఆదిలాబాద్ జిల్లా బాసర దగ్గర ఆంధ్రప్రదేశ్ లో ప్రవేశించి మంజీరానది, ప్రాణహిత, ఇంద్రావతి, శబరి నదులను కలుపుకొని ఆదిలాబాద్, నిజామాబాద్, కరీంనగర్, వరంగల్, ఖమ్మం జిల్లాల గుండా ప్రవహించి, పాపి కొండలు దాటి పోలవరం వద్ద మైదానంలో ప్రవేశిస్తున్నది; అంతట ఉభయ గోదావరి జిల్లాలకు సరిహద్దుగా ప్రవహించి రాజమండ్రికి దిగువను మూడుపాయలుగా చీలి బంగాళా ఖాతములో కలియుచున్నది. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో ఇది సుమారు 720 కి. మీటర్ల దూరం ప్రవహిస్తున్నది.

కృష్ణానది. మహబూబ్ నగర్ జిల్లా మక్తల్ తాలుకాలోని ఆలంపురం వద్ద ఆంధ్రప్రదేశ్ లో ప్రవేశిస్తున్నది. అక్కడనుంచి మహబూబ్ నగర్, కర్నూల్ జిల్లాల సరిహద్దులో తుంగభద్రను కలుపుకొని మహబూబ్ నగర్, కర్నూల్, నల్గొండ, గుంటూరు, కృష్ణా జిల్లాల సరిహద్దున ప్రవహించి హంసలదీవి వద్ద బంగాళాఖాతంలో కలుస్తున్నది. ఆంధ్రప్రదేశ్ లో దీని పొడవు సుమారు 720. కి. మీ.

పెన్నానది, అనంతపూర్ జిల్లా హిందూపూర్ తాలుకాలో ఆంధ్రప్రదేశ్ లో ప్రవేశించి తరువాత అనంతపూర్, కడప, నెల్లూరు జిల్లాల గుండా ప్రవహించి ఊటుకూరువద్ద బంగాళాఖాతంలో కలుస్తున్నది.

శీతోష్ణస్థితి: భారతదేశంలోని ఇతర ప్రాంతాలవలె ఆంధ్రప్రదేశ్ కూడా ఉష్ణమండల ఋతుపవన శీతోష్ణస్థితికి చెందిన భాగము. మేనెలలో అత్యధికంగాను, డిసెంబరు నెలలో అత్యల్పంగాను ఉష్ణోగ్రత ఉంటుంది. ఆంధ్రప్రదేశ్ లో వేడిఎక్కువగా ఉండే

ప్రదేశాలు సముద్ర తీరానికి దూరంగాను, వీరభూమి ప్రాంతాల్లోను ఉన్నాయి; ఉదా॥ రెండువంతల, కడప, రామగుండం మొదలయినవి. మేలో దైనిక గరిష్ఠఉష్ణోగ్రత 41.1° సెంటిగ్రేడ్. డిసెంబరులో కనిష్ఠఉష్ణోగ్రత 16.7° నుంచి 19° సెంటిగ్రేడ్. సముద్ర తీరప్రాంతంలో మే—డిసెంబరు నెలలోని ఉష్ణోగ్రతా వ్యత్యాసము అంతగా ఉండదు. దైనిక ఉష్ణోగ్రతా వ్యత్యాసముకూడ సముద్ర ప్రాంతంలో తక్కువగాను, తీరానికి దూరంగా ఉన్న వీరభూమి ప్రాంతంలో ఎక్కువగాను ఉంటుంది.

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో వర్షపాతం నైఋతి ఋతు పవనాలవల్ల ఎక్కువగాను, ఈశాన్య ఋతుపవనాల వల్ల స్వల్పంగాను పడుతుంది. ఈ రాష్ట్రంలో 60 శాతం కంటే ఎక్కువ విస్తీర్ణంలో సాగుకు 89 సెం॥మీ॥ కన్న తక్కువ వర్షంపడుతుంది. వర్షపాతంలో విభిన్నత్వం, అనిశ్చితత్వం చాలా ఎక్కువ. ఇట్టి ఆస్థిరమైన వర్షపాతం మీద జీవనోపాధి ఆయిన వ్యవసాయం ఆధారపడింది. వర్షపాతం నైఋతి వైపునుంచి ఈశాన్యానికి పోయేకొద్దీ అధికమవుతోంది. శీతాకాలంలో ఈశాన్య ఋతు పవన ప్రభావంవల్ల వాయవ్యంనుంచి ఆగ్నేయానికి పోయేకొద్దీ వర్షం అధికం అవుతుంది. వేసవి, వర్షాకాలాలలో దక్షిణం నుంచి ఉత్తరానికి పోయే కొద్దీ వర్షం హెచ్చుగా పడుతుంది.

వర్ష విస్తరణంపై స్థలాకృతి ప్రభావం కూడ మనకు కనబడుతుంది. రాష్ట్రంలో శ్రీకాకుళం, విశాఖపట్నం, ఉభయ గోదావరి జిల్లాల ఏజన్సీ ప్రాంతాలలోను, తెంగాణాలోని దట్టమైన అడవులున్న ఆదిలాబాద్, నిజామాబాద్, వరంగల్ జిల్లాలలోని గోదావరి లోయ ప్రాంతంలోను వర్షం అధికంగా పడుతుంది. ఇక్కడ 100. సెం.మీ. నుంచి 127 సెం.మీ. వరకు పడుతుంది. కోస్తా జిల్లాలలో కూడ వర్షం అధికంగానే పడుతుంది.

శ్రీకాకుళం నుంచి రాయలసీమ వరకు చూస్తే శ్రీకాకుళంలో అధికంగా ఉన్న వర్షం క్రమంగా తగ్గుతూవచ్చి రాయలసీమ ప్రాంతం మొదలయే సరికి బాగా తగ్గిపోతుంది. శ్రీకాకుళంలో పడే వర్ష పాతం 127 సెం.మీ. అయితే రాయలసీమ జిల్లాలలో 50. సెం.మీ. నుండి 75 సెం.మీ. (26"-30") మాత్రమే వర్షం పడుతుంది. రాష్ట్రంలో ఇతర ప్రాంతాల కంటే రాయలసీమ, దక్షిణ తెలంగాణా జిల్లాలు ఉపాంత వర్షపాత ప్రాంతం అవటం వల్ల తరచు ఆనావుష్టికి గురిఅవుతూ ఉంటవి.

**ఆడవులు - అందరి జంతువులు :-** ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో 84, 504 చ. కి. మీ. ల విస్తీర్ణంలో ఆడవులు వ్యాపించి ఉన్నాయి. ఇది ఆంధ్రప్రదేశ్ విస్తీర్ణంలో 23.5%. భారతదేశంలో అరణ్యాల భూ విస్తీర్ణంలో ఆంధ్రప్రదేశ్ 9వం 8.5. భారతదేశం యొక్క అరణ్య సంపదలో ఈ రాష్ట్రానిది 5వ స్థానం.

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో దక్షిణాన తిరుపతి నుంచి, ఉత్తరాన శ్రీకాకుళం జిల్లావరకు ఉన్న శేషాచలం కొండలు, పాలకొండలు, వెలికొండలు, నల్లమల కొండలు అరణ్య ప్రాంతాలు. నల్లమల, ఏజన్సీ ఆడవులే ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని ఆడవులలో తెల్ల విస్తారమైనవి. తెలంగాణలో ఆడవులు నదీలోయ ప్రాంతాలలోను, కొండకనుమలున్న ప్రాంతాలలోను ప్రధానంగా ఉన్నాయి. విస్తారమైన అరణ్య ప్రాంతాలు అదిలాబాద్, వరంగల్, ఖమ్మం, తూర్పు గోదావరి జిల్లాలలో ఉన్నాయి. నల్గొండ జిల్లాలో అతితక్కువ విస్తీర్ణంలో ఆడవులున్నాయి.

ఈ ఆడవులు రకాలు:- ఆర్కి, అనార్కి ప్రాంతం లోని ఆకురాల్చే ఆడవులు, ముళ్ళ చెట్లతో కూడిన పొద ఆడవులు, సముద్రస్థాయికి పీఠపు ఆడవులు, పోటు ఆడవులు లేదా మడఆడవులు ఈ అరణ్యము

లలో కుంకుడుకాయలు, చింతపండు, తేనె, వెదురు, గంధపుచెక్క లభించుచున్నవి. దేకు, చంద్ర, రేగు, మద్ది, మొదలైన వృక్షజాతులు పెరుగుతున్నాయి. బీడీలకు పనికివచ్చే తునికాకు, రక్త చందనము, జీడిపప్పుకూడా లభ్యమవుతున్నవి. అరణ్యాల నుండి ప్రభుత్వానికి సుమారు సాలీనా 15.94 కోట్ల ఆదాయం వస్తుంది.

ఆదవిపంది, కణితి, దుప్పి, కొండగొర్రె, ఎనుబోతు, నీల్ గాయ్, కారెనుము, జింకలు, పెద్ద పులులు, చిరుతపులులు, ఈ అరణ్యాలలో నివసించే జంతువులు.

**మృత్తికలు:-**

రాష్ట్రంలో ఒండ్రుమృత్తికలు, నల్లమృత్తికలు, ఎర్రమృత్తికలు, లాటరైట్ మృత్తికలు, కొండ నేలలు, అటవిక మృత్తికలు, కలవు. ఇందుకృష్టా గోదావరి నదీ ముఖద్వారాల వద్ద గల డెల్టా మృత్తికలు మిక్కిలి సారవంతమైనవి. తరువాత ఎన్న దగినవి నల్లరేగడి మృత్తికలు, ఎర్రమృత్తికలు, లెటరైట్ లు అంత సారవంతమైనవికావు. విస్తారమైన ప్రదేశములలో సారవంతమైన ఒండ్రునేలలు, నల్లరేగడి భూములు కలవు.

పైన తెల్పిన భౌగోళిక పరిస్థితులతో పాటు మనరాష్ట్రంలో బొగ్గు, ఇనుము, మైకా, మాంగనీసు, రాగి, బంగారము, వజ్రాలు, బెరైటిస్, ఏస్బెస్టాసు, గ్రాఫైట్, సున్నపురాయి మొదలగు ఖనిజసంపద లభ్యమగును. చెప్పకోతగ్గ సంఖ్యలో పశుసంపద ఉంది. సుమారు 4కోట్ల జనాభాతో ఆపారమైన మానవశక్తివుంది. ఈ సంపదల సన్నిధిని సక్రమంగా అభివృద్ధి పరచుకున్నచో ఈ రాష్ట్రానికి ఉజ్వల భవిష్యత్తు వుంది.

వి. మల్లప రాజు

# 188. \*భారతదేశము-భౌతిక భూగోళ శాస్త్రము.

ప్రపంచ మానచిత్రమును పరిశీలించితే భారత దేశపు ఉనికితో ఒక ప్రత్యేకతను గమనించవచ్చును. భారతదేశము పూర్వార్థ గోళములో మధ్యగా, ఆసియా ఖండములో దక్షిణముగా, హిందూ మహా సముద్రములోనికి చొచ్చికొని, అంతర్జాతీయ వ్యాపారములో కీలకస్థానంగాయున్న ద్వీపకల్పము. ఈ దేశము మూడు వైపుల జలముతోను (అనగా పశ్చిమాన అరేబియా సముద్రము, దక్షిణమున హిందూ మహాసముద్రము, తూర్పున బంగాళాఖాతము లతోను) ఒకవైపు మాత్రమే భూభాగముతోను (ఉత్తరమున హిమాలయములతోను) కూడి యున్నది.

భారతదేశపు భూభాగము 3,287,500 చ.కి.మీ. విస్తీర్ణముతో త్రిభుజాకారముగా, 8° 4' - 37° 6' ఉత్తర అక్షాంశముల మధ్యను 68° 7' - 97° 26' తూర్పు రేఖాంశముల మధ్యను వ్యాపించి యున్నది. విస్తీర్ణములో ఈ దేశము ప్రపంచములో ఏడవ స్థానము కలిగి యున్నది. సోవియట్ రష్యా, చైనా, కెనడా, బ్రెజిల్, ఆమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములు, ఆస్ట్రేలియాలు దీని కన్న పెద్దవి. భారతదేశము జనాభాలో ద్వితీయ స్థానము వహించి యున్నది. దీని జనాభా 54.7 కోట్లు (1971). ప్రథమ స్థానము చైనాది.

భారతదేశము తూర్పు పశ్చిమాలుగా 3,000 కిమీ. ఉత్తర-దక్షిణాలుగా 3,200 కిమీ.తో వ్యాపించి యున్నది. దీనికి 15,200 కిమీ. భూభాగపు సరిహద్దును, 5,700 కిమీ. సముద్రతీరమున్ను ఉన్నది. ఈ దేశము 82½° తూర్పు రేఖాంశముపై నున్న స్థానిక కాలాన్ని ప్రామాణిక కాలంగా నిర్ణయించినది. అందుచే గ్రీన్విచ్ కాలముకన్న

\* చూ. విజ్ఞాన దీపిక | పేజీ 18.

భారతదేశపు ప్రామాణిక కాలము 5½ గంటలు ముందుండును.

భారతదేశము-పాకిస్తాన్, ఆఫ్ఘనిస్తాన్ చైనా, (టిబెట్), నేపాల్, బర్మా, బంగ్లాదేశ్, మొదలగు ఇతర దేశాలతో రాజకీయ సరిహద్దులను కలిగి యున్నది. ఈ దేశమును పరిపాలనా సౌలభ్యం కొరకు 22 రాష్ట్రాలుగా, 9 కేంద్రపాలిత ప్రాంతాలుగాను, విభజించిరి. రాష్ట్రములు ఆంధ్రప్రదేశ్, అస్సాం, బీహార్, గుజరాత్, హర్యానా, హిమాచలప్రదేశ్, జమ్ము - కాశ్మీర్, కర్నాటక, కేరళ, మధ్యప్రదేశ్, మహారాష్ట్ర, మణిపూర్, మేఘాలయ, నాగాలాండ్, ఒరిస్సా, పంజాబు, రాజస్థాన్, తమిళనాడు, త్రిపుర, ఉత్తర ప్రదేశ్, పశ్చిమబెంగాల్, సిక్కిమ్.

కేంద్రపాలిత ప్రాంతాలు : అండ్మాన్ నికో బార్ దీవులు, అరుణాచలప్రదేశ్, చండీగర్, దాద్రా - నాగర్ హవేలీ, ఢిల్లీ, గోవా - డయ్యు - డామన్, లక్షద్వీపాలు, మిజోరమ్, పుదుచ్చేరి.

## నై సరిక స్వరూపము

భారతదేశము విభిన్నభౌతిక లక్షణములతో కూడిన భూభాగము. భారతదేశాన్ని భౌతిక పరిస్థితుల నాధారంగా మూడు ప్రాంతాలుగా విభజింపవచ్చు : 1. ఉత్తరాన నున్న పర్వతప్రాంతము. 2. ద్వీపకల్ప ప్రాంతము. 3. వీటి మధ్యనున్న మైదాన ప్రాంతము.

## ఉత్తర పర్వత ప్రాంతము:-

ఈ ప్రాంతములో ముఖ్యమైనవి హిమాలయ పర్వత శ్రేణులు. ఇవి ఎల్లప్పుడు మంచుతో కూడి



యుండుటవలన హిమాలయములుగ పిలువబడుచున్నవి. ఇవి ప్రపంచంలో ఎత్తైన పర్వతాలు. ఇవి తూర్పు పడమరలుగా, అఖండంగా ఎత్తైనశిఖరాలతో 2,050 కిమీ. పొడవున, 150 నుండి 400 కిమీ. వెడల్పున వ్యాపించి యున్నవి. వీటి సరాసరి ఎత్తు 5,280 మీ. ఇవి “ఔర్షియరీ” యుగంలో భూమిలో వచ్చిన మార్పుల వల్ల ముడుత పర్వతాలుగా ఏర్పడినాయి. వీటిని మూడు వరుసలుగా గుర్తించవచ్చు :

1. సివాలిక్ కొండలు. లేదా పర్వతపాదాలు. వీటి సరాసరి ఎత్తు 800మీ. ఇవి గంగామైదాన ప్రాంతాన్ని ఆనుకొని యున్నవి.
2. మధ్య హిమాలయములు లేదా హిమాచలము. వీటి సరాసరి ఎత్తు 5,000 మీ.
3. గ్రేట్ హిమాలయములు లేదా హిమాద్రి. ఇవి 5,000 మీ. కన్న ఎత్తులో వున్నవి. ప్రపంచములోని ఎత్తైన శిఖరాలు హిమాలయములలోనే కలవు. వీటిలో ముఖ్యమైనవి ఎవరెస్ట్ : (8,848 మీ.),  $K_2$  (8,611మీ.); కాంచన గంగ (8,598 మీ.); ధవళగిరి (8, 72; మీ.); నంగ పర్వతము (8,126మీ.); నందాదేవి (7,817మీ.).

హిమాలయములలోని ముఖ్యమైన నదులు :- గంగా, బ్రహ్మపుత్ర, సింధు. వీటి జన్మస్థానాలు ఎప్పుడు మంచుతో కప్పబడి ఉండడంవల్ల సంవత్సరం పొడవునా ఈ నదులు నీటితో వుంటాయి. అందుచేత ఇవి జీవనదులుగా పేరొందినాయి.

గంగానది గోముఖవద్ద, గంగోత్రి హిమానీనదం దగ్గర, భాగీరథిగా జన్మించి, దేవప్రయాగవద్ద అలకనందను కలసి, గంగ పేరుతో హరిద్వార్ వద్ద మైదానమును ప్రవేశించి, తూర్పుగా ప్రవహించి బ్రహ్మపుత్రతో కలసి బంగాళాఖాతములో కలియుచున్నది. ఈ నది పరివాహ ప్రదేశము చాల విశాల

మైనది. యమున, కోసి, గండక్, చంబల్, సోన్, మొదలయినవి దీని ముఖ్య ఉపనదులు.

బ్రహ్మపుత్ర, మానస సరోవరానికి 150 కి. మీ. దూరంలో జన్మించి టిబెట్ లో “త్సాంగ్ పో” అను పేరుతో పిలువబడుతూ, భారతదేశంలో అస్సాం గుండాను, బంగాదేశ్ గుండాను ప్రవహించి గంగానదితో కలసి బంగాళాఖాతములో కలియుచున్నది. భారతదేశంలో దీని ముఖ్య ఉపనదులు: మనాస్, లోహిత్.

సింధునది, టిబెట్ లో జన్మించి, భారతదేశం మీదుగా పాకిస్తాన్ చేరి అరేబియా సముద్రంలో కలియుచున్నది. భారతదేశంలో దీని ఉపనదులైన జీలం, చీనాబ్, రావి, బియాస్, సట్లజ్ ప్రాముఖ్యం పొందు.

ఈ హిమాలయాల మధ్య కాశ్మీర, కుబ్జ, మొదలగు సారవంతమైన లోయలుకూడ గలవు. వీటిలో కారకోరం, షిష్కి, జోజిలా, నాథురా మొదలైనవి ముఖ్యకనుమలు. కాశ్మీర్ లోయలోగల ఊలార్, దాల్ - హిమాలయాలలోని - ముఖ్య సరస్సులు. హిమాలయాలలోని ముఖ్యమైన వేసవి విడుదులు, విహార కేంద్రాలు: శ్రీనగర్, సిమ్లా, ముస్సోరి, నైనితాల్, ఆల్మోరా, ధార్జిలింగ్. ముఖ్యపుణ్యక్షేత్రాలు: అమరనాథ్, బదరీనాథ్, కేదారనాథ్, హరిద్వార్, హృషీకేశ్.

హిమాలయములు భారతదేశానికి ఉత్తర సరిహద్దుగా పెట్టనిగోడలై పరిరక్షించు చున్నవి. ఇవి అడ్డుగా నుండుటవలన మధ్య ఆసియానుండి వీచే చలీగాలులను ఆపుచున్నవి. నైఋతి ఋతు పవనములను ఆపి భారతదేశంలోనే వర్షింపలా చేస్తున్నాయి. ముఖ్యజీవనదులకు జన్మస్థానాలైనవి. ఆపర్వతముల సానువులు అనేక వృక్షజాతులకు ఆనుకూలంగా ఉన్నవి.

హిమాలయముల కిరువైపుల పర్వత శాఖలు గలవు. పశ్చిమాన హిందూకుష్, సులైమాన్, కిర్గార్ పర్వతాలున్నాయి. ఇందు కైబరు, బోలన్ ముఖ్యకనుమలు. తూర్పున లుఖాయ్, పాద్ కాయ్ ఆరకాన్ యోమా, నాగాకొండలు ఉత్తర - దక్షిణంగాను, భాసీ, గారో, జయంతియా కొండలు తూర్పు-పశ్చిమంగాను వ్యాపించియున్నవి. షిల్లాంగ్ పీఠభూమి ఈ ప్రాంతములోనిదే.

### ద్వీపకల్ప ప్రాంతము

ఈ ప్రాంతము అతిపురాతనమైన కదలిక లేని భూభాగము. ఇది పురాతన స్పటికశిలలతో ఏర్పడి ఉండడంవల్ల, చాల కాలం నుండి క్రమక్షయాలకు లోనైనప్పటికీ, ఇంకనూ అక్కడక్కడ పరిశిష్ట పర్వతాలు నిలచి ఉన్నాయి. ఈ ద్వీపకల్పపు వాయువ్య ప్రాంతము అగ్నిపర్వత క్రియకు లోనై శిలాద్రవముచే కప్పివేయబడింది. ఈ భాగము భ్రంశాలకు ఎక్కువ గురిఅవడంవల్ల అనేక పగులు లోయలు ఏర్పడినాయి. ఈ ద్వీపకల్పము అనేక నదులచే ఖండింపబడింది. ఇది పడమటి నుండి తూర్పునకు వారి ఉంది.

నర్మదానది ప్రవహిస్తున్న పగులులోయ (Rift-Valley) ఈ ద్వీపకల్పమును రెండు త్రిభుజాకారపు ప్రాంతాలుగా విభజిస్తున్నది. ఈ పగులు లోయకు ఉత్తరంగా నున్న పీఠభూమిని మాళ్యాపీఠభూమి అని అంటారు. ఈ పీఠభూమి వాలు గంగానది లోయవైపుకు ఉంది. దీనికి వాయువ్య దిశన ఆరావళి పర్వతములు, దక్షిణ భాగమున వింధ్య పర్వతము లున్నాయి. ఆరావళిలో ఎత్తైన శిఖరము మౌంట్ ఆబూ (1722 మీ.).

నర్మదా నదికి దక్షిణంగా ఉన్న పీఠభూమిని దక్కన్ పీఠభూమి అని అంటారు. ఇది త్రిభుజా కారంగా వుంది. దీని మూడువైపుల కొండలున్నవి. దీనికి ఉత్తరాన సాత్పురా, పశ్చిమాన పశ్చిమ

కనుమలు, తూర్పున తూర్పుకనుమలు ఉన్నాయి. ఛోటా నాగపూర్, మైసూర్ పీఠభూములు ఈ ప్రాంతములోనివే. పశ్చిమ కనుమలు, ఉత్తర - దక్షిణాలుగా అఖండితంగా తపతి ముఖద్వారం నుండి కన్యాకుమారి అగ్రం వరకు సుమారు 1,600 కిమీ. పొడవున వ్యాపించి యున్నవి. వీటి ఉత్తరభాగము "సహ్యాద్రి", దక్షిణభాగము "అన్నమలై" (యాలకు) కొండలని పిలువబడుచున్నవి. థార్ ఘాట్, బోర్ ఘాట్, పాల్ ఘాట్ వీటిలోని ముఖ్య కనుమలు. తూర్పుకనుమలు పశ్చిమ కనుమల వలె గాక విచ్ఛిన్నముగా నున్నవి. తూర్పు-పశ్చిమ కనుమలు దక్షిణానికి పోయినకొద్దీ దగ్గరి పడుతూ నీలగిరుల వద్ద కలుస్తున్నాయి. ఇందలి ఎత్తైన శిఖరము దొడబట్టి (2,697 మీ.).

ద్వీపకల్పాని కిరువైపుల తీరమైదానాలున్నాయి. పడమటి తీరప్రాంతము చాల సన్ననిది. తూర్పు తీరము అనేక నదీ డెల్టాతో విశాలంగా వుంది. తూర్పుతీరపు ఉత్తర భాగమును కళింగ తీరము లేదా ఉత్తర సర్కారులని, దక్షిణ భాగమును కర్ణాటక లేదా కోరమండల్ తీరమని; పశ్చిమ తీరపు గోవాకు ఉత్తర భాగాన్ని కొంకణ తీరమని, దక్షిణ భాగాన్ని మలబారు తీరమని వ్యవహరిస్తున్నారు.

ద్వీపకల్పము తూర్పునకు వారి యుండుటచే ఈ ప్రాంతపు నదులన్నియు పశ్చిమాన జన్మించి, తూర్పుగా ప్రవహించి బంగాళాఖాతములో కలియుచున్నవి. కాని తపతి, నర్మదలు పగులులోయల గుండా ప్రవహించుటవల్ల పశ్చిమంగా ప్రవహించి అరేబియా సముద్రములో కలుస్తున్నాయి. తూర్పుగా ప్రవహించే ముఖ్యమైన నదులు: మహానది, గోదావరి, కృష్ణ, కావేరి. దక్షిణ భారతదేశంలో ప్రవహించే నదులలో గోదావరి పెద్దది. గోదావరి నాసిక్ జిల్లాలో త్రియంబక్ వద్ద జన్మించి, మంజీర,

ప్రాణహిత, వార్ధ, వెయిన్ గంగ, ఇంద్రావతి, శబరి, మొదలైన ఉపనదులతో కలసి తూర్పుగా ప్రవహించి సారవంతమైన డెల్టాను ఏర్పరచి బంగాళాఖాతములో కలియుచున్నది. కృష్ణానది పశ్చిమ కనుమలలో మహాబలేశ్వర్ కు ఉత్తరాన జన్మించి, కోయినా, మాలప్రభ, భీమ, తుంగభద్ర మొదలైన ఉపనదులతో కలసి తూర్పుగా ప్రవహించి బంగాళాఖాతములో కలియుచున్నది. కావేరి పశ్చిమ కనుమలలోని కూర్గ జిల్లా యందలి బ్రహ్మగిరి కొండలలో జన్మించి తూర్పుగానే ప్రవహించి బంగాళాఖాతమును చేరుచున్నది.

చిల్ల, కొల్లేరు, పులికాట్ మొదలైనవి తూర్పు తీరమున నున్న ముఖ్య నరస్సులు.

### మైదాన ప్రాంతము

ఇది హిమాలయ పర్వత ప్రాంతానికి, దక్షిణ భారత ద్వీపకల్పానికి మధ్యనున్న పెద్ద భూ-అభివృద్ధిలో వింధ్య, హిమాలయాలు నుండి నదులచే తీసికొని రాబడిన ఒండ్రుమట్టిచే నిక్షేపితమైన మైదాన ప్రాంతము. ఈ మైదానము సమతలంగా పశ్చిమాన సింధునదీ పరివాహ ప్రాంతము మొదలు తూర్పున గంగా-బ్రహ్మపుత్రనదీ ముఖద్వారముల వరకు వ్యాపించి యున్నది. ఈ మైదానంలోని డెల్టా ప్రాంతంలో ఆధునిక ఒండలి నేలలు, మిగిలిన ప్రాంతంలో పురాతన ఒండలి నేలలున్నాయి. ఈ మైదానాన్ని చేరివున్న దిగువ హిమాలయ ప్రాంతం చిత్తడి నేలలతో కూడి ముతకరకపు గడ్డిమైదానాలతో నిండి వున్నది. ఈ ప్రాంతాన్ని “దెరాయి” ప్రాంతమంటారు. ఈ గంగామైదానము సారవంతమైనది. శీతోష్ణ పరిస్థితులు అనుకూలంగా ఉండటం వల్లనూ, సమతలంగా ఉండి రవాణా సౌకర్యాలు ఎక్కువగా అభివృద్ధి చెందుట వల్లనూ, ఈ ప్రాంతము జనసమృద్ధము కలది.

భారత ద్వీపకల్పానికిరువైపుల బంగాళా ఖాతము, ఆరేబియా సముద్రాలలో అనేక దీవులున్నాయి. బంగాళాఖాతంలోని దీవులు ముఖ్యంగా సముద్రగర్భం నుంచి ఉపరితలంపైకి వ్యాపించి వున్న పర్వతాలు. ఆరేబియా సముద్రంలోని దీవులు ప్రవాళభిత్తికల వల్ల ఏర్పడినవి.

### శీతోష్ణస్థితి

భారతదేశము ఉష్ణ, సమశీతల మండలాలలో వ్యాపించి ఉన్నప్పటికిని, ఆ మండలాల శీతోష్ణ పరిస్థితులు ప్రభావంగాక, నైసర్గిక స్వరూపాన్ని బట్టి ఏర్పడిన ఋతుపవనాల ప్రభావము భారత దేశపు శీతోష్ణస్థితిపై హెచ్చుగా నున్నది. ఈ దేశపు శీతోష్ణస్థితిలో వైవిధ్యం హెచ్చుగా నున్నది. తూర్పున నున్న అస్సాంలో ఆత్యధిక వర్షపాతం సంభవిస్తే, పశ్చిమాన గల రాజస్థాన్ లోని థార్ ఎడారి ప్రాంతము కర్షాభావ ప్రాంతంగా వుంది. ఉత్తరాది రాష్ట్రాలలో ఖండాంతర్గత శీతోష్ణస్థితి (అనగా వేసవిలో ఎక్కువ వేడి, శీతాకాలములో ఎక్కువ చలి) పరిస్థితులుంటే, దక్షిణాది రాష్ట్రాలలో ఉష్ణోగ్రతా వ్యత్యాసము సముద్రప్రభావం వల్ల చాల తక్కువగా ఉంటుంది.

భారతదేశపు శీతోష్ణస్థితిని ఋతుపవనాల ప్రభావాన్ని బట్టి నాలుగు ఋతువులుగా విభజించ వచ్చు అవి:-

1. చల్లని వాతావరణ ఋతువు.  
(శీతాకాలము) జనవరి-ఫిబ్రవరి.
2. ఉష్ణవాతావరణ ఋతువు.  
(వేసవికాలము) మార్చి నుండి జూన్ మధ్య వరకు.
3. వర్ష ఋతువు-జూన్ మధ్య నుండి సెప్టెంబర్ మధ్య వరకు.
4. నైఋతి ఋతుపవన తిరోగమన ఋతువు-  
సెప్టెంబర్ మధ్య నుండి డిసెంబరు వరకు.

**మృత్తికలు:-**

భారతదేశంలోని మృత్తికలు చాల పురాతనమైనవి. ఇవి బాగా పక్షం చెందినవి. భారతదేశపు మృత్తికలను ప్రధానంగా రెండు తరగతులుగా విభజించవచ్చు: (1) ద్వీపకల్పపు మృత్తికలు;

(2) ఉత్తర మైదానపు మృత్తికలు. ద్వీపకల్పానికి చెందిన మృత్తికలలో నల్ల రేగడి, ఎర్ర లాటిరైట్, తీరప్రాంతపు ఒండలితో కూడిన డెల్టా-మృత్తికలు ప్రధానమైనవి. ఉత్తర మైదానపు మృత్తికలు నదులచే నిక్షేపితమైన ఇసుక, బంకమట్టి, లోమ్ లతో కూడినవి.

ఇట్లు భారతదేశపు భౌతిక భూగోళ పరిస్థితులు విభిన్న లక్షణములతో కూడుకొని, ఆర్థిక పురోభివృద్ధికి తోడ్పడుచున్నవి.

యన్.యస్.జె. ఆర్. వర్మ

**Bibliography**

1. Government of India-The Gazetteer of India, Vol. I. Publications Division; Ministry of Information and Broadcasting; New Delhi.

2. George Kuriyan - India - a general Survey; National Book Trust; India, New Delhi.

3. Dudley Stamp, L. - The World; Orient Longman.

4. Pitchamuthu C.S. - Physical Geography of India; National Book Trust, India; New Delhi.

5. Krishnan, M.S - Geology of India and Burma; Higginbothams (Pvt) Ltd; Madras.

6. Spate, O. H. K. & Learmonth, A.T.A } India & Pakistan; Methuen and Co; London.

7. Bose, S.C - Man, Society & Commerce; Kamala Book Depot, Calcutta.

8. N.C.E.R.T. - Economic & Commercial Geography of India; A Text book for Secondary Schools; N C. E, R. T; New Delhi.

9. తెలుగు విజ్ఞాన సర్వస్వము - Vol. 5; తెలుగుభాషా సమితి, హైదరాబాదు

# 189. ఆంధ్రప్రదేశ్ - భూవిజ్ఞానము, ఖనిజ సంపద

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో ఎక్కువభాగంలో ఆర్కియన్ శిలలు విస్తరించి ఉన్నాయి. థార్మర్షిన్ట్ పెని స్పూలర్ నైస్, చార్మోకైట్, ఖోండాలైట్ లు ఈ వ్యవస్థకు చెందినవి. ప్రాక్ కేంబ్రియన్ (Pre-cambrian) కు చెందిన కడప వ్యవస్థ శిలాస్తరాలు అర్ధచంద్రాకృతిలో సువిశాల భూభాగంలో బహిర్గత మైనాయి. వీనిమీద వింధ్యన్ శిలలు ఏర్పడినాయి. ఈ రెండు వ్యవస్థల శిలలు అవతేప శిలలు. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని వింధ్యన్ శిలలను కర్నూల్ వ్యవస్థ పేరుతో వ్యవహరిస్తారు. గోండ్ వానా వ్యవస్థల శిలాస్తరాలు గోదావరిలోయలో ఏర్పడినాయి. వికారాబాద్ నైపు, ఆదిలాబాద్ దగ్గర దక్కన్ ట్రాప్ శిలలు ఉన్నాయి. కోస్తాజిల్లాలో కొన్నిచోట్ల రాజమండ్రి ఇసుకరాళ్లు, పురాతన బండలు, లేటరైట్ మొదలయినవి ఉన్నాయి. అన్నింటికన్న చివరియైన ఇటీవలి బండలు తూర్పుతీరప్రాంతంలో విస్తరించి ఉన్నాయి.

**ఆర్కియన్ శిలలు :**

తూర్పుతీరానికి సమాంతరంగా నెల్లూరు ప్రాంతంలో థార్మర్షిన్ట్ లు ఉన్నాయి. వీటిలో క్వార్ట్జ్, మైకా హార్నిబ్లెండ్, టాల్క్ షిస్టులు ఉన్నాయి. క్వార్ట్జ్ మాగ్నైట్ శిలలు గుంటూరు, ప్రకాశం జిల్లాలలో కూడా ఉన్నాయి. మైకా, క్లోరైట్ ఫిల్లైట్ లు నందిగామ, జొన్నలగడ్డ ప్రాంతాలలో ఉన్నాయి. గుంటూరు, కృష్ణా, ఖమ్మం జిల్లాలలో కడప హరివాణానికి తూర్పుగా ఉన్న మెటావోల్కానిక్, మెటా సెడిమెంట్ లను థార్మర్ సూపర్ గ్రూపు శిలలుగా ఎంచుతున్నారు. ఆలాగే మహబూబ్ నగర్ జిల్లాలోని గద్వాల, కర్నూల్ జిల్లాలోని జొన్నగిరి, చిత్తూరు జిల్లాలోని కృష్ణా ప్రాంతాలలోని షిస్టులను గూడా థార్మర్ శిలలుగానే ఎంచుతున్నారు.

రకరకాల గ్రానైట్ లు నైస్ లు, మిగ్మాలైట్ లు తెలంగాణాలోని ఆత్యధిక భాగంలోనూ కడప హరివాణానికి నాలుగువైపులనూ, విస్తరించి ఉన్నాయి. ఇవి దాదాపు 280 కోట్ల సంవత్సరాల నుంచి 300 కోట్ల సంవత్సరాల మధ్యకాలంలో ఏర్పడి ఉండవచ్చు. వీనిలో డోలరైట్ శిలలు రైట్ లుగా బహిర్గతమైనాయి. గ్రానైట్ లలో పెగ్మాలైట్ లు, ఫెల్స్పార్ లు, క్వార్ట్జ్ మొదలయినవి సీరలుగా కనిపిస్తాయి. గ్రానైట్ లు రూపాంతర ప్రాప్తిచెందే కొద్ది, నైస్ లుగా మారతాయి. గ్రానైట్, గ్రానైట్ నైస్, నైస్ లో ముఖ్యమైన భేదము వాని వయసులో ఉంది. ఈ శిలలు ఒక దానితో మరొకటి కలిసిపోవటం వల్ల ఏర్పడిన విలక్షణమైన శిలలను మాగ్నైట్ లు అంటారు.

ప్రాపర్ సీస్ ఉన్న గ్రాన్యూలైట్ ను చార్మోకైట్ అంటారు. ఇది ముఖ్యంగా కృష్ణాజిల్లాలోని కొండపల్లి, గుంటూరు జిల్లాలోని వినుకొండ, ఖమ్మం జిల్లాలో రేమిడివర్ర, విశాఖపట్టణం జిల్లాలో అనంతగిరి ప్రాంతాలలోనూ, ప్రకాశం, వరంగల్, శ్రీకాకుళం జిల్లాలలోని మరికొన్ని ప్రాంతాలలోను కనిపిస్తుంది. ఇది ముఖ్యంగా పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తివల్ల ఏర్పడినట్లు తెలుస్తున్నది.

తూర్పుకనుమలు అధికస్థాయి రూపాంతరప్రాప్తి శిలలలో కూడా ఉన్నాయి. వీనిలో గార్నైట్-సిల్లిమనైట్-గ్రానైట్ నైస్ లను ఖోండలైట్ లు అని, స్పెసర్ రైట్, ఆండరైట్, ఆర్థోక్లేస్, ఎపరైట్, మాంగసీస్, మెర్మిగిన్ లు ఉన్న శిలలను కోడూరైట్ లు అని క్వార్ట్జ్, స్పెసర్ రైట్ ఉన్న మాంగసీస్ శిలలను గోడైట్ లు అని అంటారు. ఖోండలైట్

పునర్య్వస్థీకరణ చెందినప్పుడు లెప్టినైట్ ఏర్పడుతుంది.

ఖమ్మం జిల్లాలో కూనవరం, వినాయకపురం, పీఠవరం ప్రాంతాలలోను, కృష్ణా జిల్లాలోనికొండపల్లి మొదలయిన ప్రాంతాలలోను షార్ శిలలయిన నెఫిలీన్ సయనైట్లు ఉన్నాయి.

**కడపవ్యవస్థ శిలలు :**

ఇవి 150 కోట్ల సంవత్సరాల కాలంనుంచి 80 కోట్ల సంవత్సరాల మధ్యకాలంలో ఏర్పడినట్టివి. ఇవి రాయలసీమ ప్రాంతంలో 42, 000 చదరపు కిలోమీటర్ల వైశాల్యంలోని కడప హరివాణంలో ఏర్పడినాయి. వరంగల్, ఖమ్మం జిల్లాలలో విస్తరించి ఉన్న పాఖాల్ హరివాణంలో గూడా ఈ వ్యవస్థ శిలలు ఏర్పడినాయి. వీనిలో ముఖ్యంగా క్వార్ట్జైట్లు, ఇసకరాళ్ళు, షెల్లులు ఉన్నాయి.

**కర్నూల్ వ్యవస్థ శిలలు :**

ఇవి కడపశిలల వైన పల్నాడు కర్నూలు ప్రాంతాలలో ఏర్పడినాయి. ఇవి కూడా ఇసుక రాళ్లు, క్వార్ట్జైట్లు, షెల్లులు, సున్నపు రాళ్ళతో కూడుకొని వున్నవి.

**గోండ్వానా వ్యవస్థ శిలలు**

ఇవి ముఖ్యంగా ఇసకరాళ్లు. ఇవి ఆదిలాబాద్, కరీంనగర్, వరంగల్, ఖమ్మం జిల్లాలలో గోదావరి తోయవెంట విస్తరించి ఉన్నాయి. మన రాష్ట్రంలో తాల్చిర్ శ్రేణికి చెందిన గోళశిలా సంస్తరము, షేల్, ఇసకరాళ్ళు; రాణిగంజ్ శ్రేణికి చెందిన కంత్రి ఇసకరాళ్ళు; పంచెత్ శ్రేణికి చెందిన మంగిలి సంస్తరాలు, గ్రిట్లు; మహదేవ శ్రేణికి చెందిన మలేరి ఇసకరాళ్లు, ఎర్రపల్లి జంబాలము, కోటా ఇసకరాళ్లు, గ్రిట్లు; రాజమహల్ శ్రేణికి చెందిన చికియాల్ ఇసకరాళ్ళు, కంగ్లామరేడ్ ఉన్నాయి.

రాజమండ్రి-విజయవాడల మధ్య ప్రాంతంలో, ఒంగోలు ప్రాంతంలో, నెల్లూరు తీరప్రాంతంలో గోండ్వానా శిలలు ఉన్నాయి.

**దక్కన్ ట్రాప్లు :**

ఇవి హైద్రాబాద్ కు పడమర వైపుకు హైద్రాబాద్, మెదక్, మహబూబ్ నగర్ జిల్లాలలోను; ఉత్తరం వైపు ఆదిలాబాద్, నిజామాబాద్ జిల్లాలలోను; తూర్పు పశ్చిమ గోదావరి జిల్లాలలో కొద్ది భాగం తోను విస్తరించి ఉన్నాయి. ఈ శిలలు బల్లపరువుగా ఉంటాయి. ఇవి ఘాలైట్ బసాల్ట్లు.

**ఠెర్షియరీ మహాయుగపు శిలలు:**

ఇవి ఇసకరాళ్లు, జంబాలము, గురికరాళ్ల సంస్తరాలతో కూడుకొని ఉంటాయి. ఇవి సముద్రతీరం వెంట విస్తరించి ఉన్నాయి.

**ఖనిజ సంపద**

**ఖనిజ ఇంధనాలు :** మన రాష్ట్రంలో నాన్ కోకింగ్ బొగ్గు ప్రాణహిత - గోదావరి తోయ ప్రాంతంలో ఉన్న గోండ్వానా శిలాస్తరాలలో లభిస్తుంది. బెల్లంపల్లి, రామగుండం, కొత్తగూడెం, ఇల్లెందు ప్రాంతాలలో బొగ్గును తవ్వి తీస్తున్నారు. దాదాపు 180 కోట్ల టన్నుల బొగ్గు లభిస్తుందని అంచనా. ఇప్పటి వరకు ఏటా 5 లక్షల టన్నుల పైగా బొగ్గు తీస్తున్నారు కొద్ది సంవత్సరాలలో ఏటా దీనికి రెండింతల బొగ్గు తీయాలని ఆశిస్తున్నారు.

పెట్రోలియం కొరకు ఇంత వరకు మనరాష్ట్రంలో జరిపిన సర్వేక్షణ అంతగా ఫలప్రదంగా లేదు.

**లోహాలు:**

మన రాష్ట్రంలో ఫెర్రస్ లోహము (Ferrous minerals) నిచ్చే ఇసుప ఖనిజమే గాకుండా నాన్ ఫెర్రస్ లోహము-(Non-Ferrous minerals) లయిన రాగి, సీసం, జింక్, టిన్, నికెల్, క్రోమియం, అల్యూమినియం లభిస్తాయి.

## ఫెర్రస్ లోహాలు:-

దాదాపుగా ప్రతిజిల్లాలోనూ ఐరన్ ధాతువులున్నాయి. కాని కొన్నిచోట్ల మాత్రమే 60%కాని అంతకు ఎక్కువ కాని ఐరన్ ఉన్న ధాతువులున్నాయి. ఖమ్మం జిల్లాలోని బయ్యారం ప్రాంతంలో దాదాపు 50 లక్షల టన్నుల మంచిధాతువు మరొక 50 లక్షల టన్నుల తక్కువరకంధాతువు లభిస్తుంది. కర్నూలు జిల్లాలోని గనిగట్టు, రామల్లికోట, ప్రాంతంలో 300మీ. లోతువరకు 30లక్షల టన్నుల ధాతువు లభిస్తుందని అంచనా. పాఖాల్ నుంచి ఇల్లెందు వరకు ఉన్న చాలా ప్రాంతాలలో ఐరన్ ధాతువులు లభిస్తాయి. మోట్ల ఆమ్మపురం(3. ల); వీలంప (5. ల); లచాపురం(8. ల); మీరాల్ పెంట(1. ల), తైత్రేయంపల్లి (82వేల టన్నులు) లలో ఈ ధాతువు లభిస్తుంది. కడప జిల్లాలోని చాఖలి, పగడాంపల్లి, రాజంపేట ప్రాంతాలలోను ఒంగోలు ప్రాంతంలో పేర్నమిట్ట, కొంజేడు, తమ్మాపురం, ఎర్రపాలెం, మణికోళ్ళరంల వద్దను, ఆదిలాబాద్ జిల్లాలో చింట్యాల, కల్లాడ, దస్తూరాబాద్ లోను, కరీంనగర్ జిల్లాలో చందోలి, ఎర్రబల్లి. మొదలయిన వివిధ ప్రాంతాలలోను తక్కువరకం ధాతువు లభిస్తుంది.

## నాన్-ఫెర్రస్ లోహాలు :

రాగి : గుంటూరు జిల్లాలోని అగ్నిగుండాల, ఖమ్మం జిల్లాలోని మైలారం, కర్నూలు జిల్లాలోని గనికాలవ, నెల్లూరు జిల్లాలోని గరిమనపెంట ప్రాంతాలలో రాగి ధాతువు లభిస్తుంది. వినుకొండకు దక్షిణంగా అగ్నిగుండాం వద్ద క్వార్ట్జైట్, డోలమైట్, డోలమైట్ యుత సున్నపురాళ్లలో ఈ ఖనిజ ధాతువు లభిస్తుంది. చార్నోక్లైట్ బోర్నైట్ లు ఇక్కడ లభించే ధాతువులు. ఇక్కడ దాదాపు 1.5% నుంచి 1.8% వరకు లోహము ఉన్న 80 లక్షల టన్నుల ధాతువు లభిస్తుందని అంచనా.

కిన్నెరసాని నది ఒడ్డున ఉన్న మైలారం దగ్గర క్వార్ట్జ్ క్లైట్ విస్థలలో చార్నోక్లైట్, కోవెలైట్, పైరైట్ విస్థోలైట్ మొదలైన ధాతువులున్నాయి.

గనికాలవ ప్రాంతపు భ్రంశమండలంలో ఉన్న షేల్, ట్రాప్ లో మాలక్లైట్ మొదలయిన రాగి ధాతువులున్నాయి.

## సీ సము :

అగ్నిగుండాల, కర్నూలు జిల్లాలోని చెలమ, కడప జిల్లాలోని జంగమరాజు పల్లె ప్రాంతాలలో సీసము ధాతువు లభిస్తుంది.

## జింక్ :

ఇది రాగి, సీసములతో కలసి అగ్నిగుండాల దగ్గర బందలమెట్టు వద్ద, చెలమ, జంగమరాజుపల్లి ప్రాంతాలలోను లభిస్తుంది.

## మాంగనీస్ :

శ్రీకాకుళం జిల్లాలోని చీపురుపల్లి, సాలూరు, పాంకొండ, బొబ్బిలి, పార్వతీపురం ప్రాంతాలలో స్పాలరైట్ రూపంలో మాంగనీస్ లభిస్తుంది.

## అమూల్య లోహాలు :

1924 వరకు అనంతపుర్ జిల్లాలోని రామగిరి ప్రాంతంలోను, 1957 వరకు చిత్తూరు జిల్లాలోని బిసానాదంపద్ద క్వార్ట్జ్ నుంచి బంగారం తీసేవారు.

## అలోహాలు

వజ్రాలు : అనంతపుర్ జిల్లాలోని వజ్రకరూర్, కర్నూలు జిల్లాలోని బనగానపల్లి, రామల్లికోట, కడప జిల్లాలోని చెన్నూరు, కనుపర్తి ప్రాంతాలలో వజ్రాలు లభిస్తాయి. జాతీయ ఖనిజాభివృద్ధి సంస్థ వారు రామల్లికోట వద్ద అన్వేషణ జరిపి లాభసాటిగా లేక మనిషేవారు.

## మైకా :

నెల్లూరు జిల్లాలోని గూడూరు, సైదాపురం, కలిచేడు, పొదలూరు, మరుపూరు, సంగం ప్రాంతాల

లోని పెగ్మటైట్ లో మస్కోవైట్ రూపంలో లభించే మైకాను విదేశాలకు ఎగుమతి చేస్తున్నారు. తూర్పుగోదావరి, పశ్చిమగోదావరి, విశాఖపట్టణం జిల్లాలో ప్లోగ్రాఫైట్ రూపంలో మైకా లభిస్తుంది.

### ఆస్పెస్టాస్ :

ప్రతి సంవత్సరం దాదాపు 600 టన్నుల ఆస్పెస్టాస్ మన రాష్ట్రంలో ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఇది ముఖ్యంగా కడప జిల్లాలో క్రెసోలైట్ రూపంలో లభిస్తుంది. కర్నూలు, అనంతపూర్, మహబూబ్ నగర్ జిల్లాలో గూడా ఆస్పెస్టాస్ లభిస్తుంది.

### బెరైటిన్ :

1970 వరకు దేశంలో లభించే బెరైటిన్ లో 90% మన రాష్ట్రంలో లభించేది. 1970 లో మన రాష్ట్రంలో 75 వేల టన్నుల బెరైటిన్ ఉత్పత్తి అయింది. కడప, కర్నూల్, అనంతపూర్, ఖమ్మం, కృష్ణా, మహబూబ్ నగర్ జిల్లాలో బెరైటిన్ లభిస్తుంది.

### జిప్సమ్ :

నెల్లూరు జిల్లాలో సూర్యాపేట పట్టణ పులికాట్ సరస్సుకు ఉత్తరంగా జిప్సమ్ లభిస్తుంది. మన రాష్ట్రంలో దాదాపు మిలియన్ టన్నుల జిప్సమ్ లభిస్తుందని అంచనా.

### గ్రాఫైట్

ఇది మన రాష్ట్రంలో ముఖ్యంగా శ్రీశైల శ్రీశైలం, విశాఖపట్టణం, తూర్పుగోదావరి, పశ్చిమగోదావరి జిల్లాలో పలుచోట్ల ఖండ్లైట్ శిలలలో లభిస్తుంది.

### ఇతర ఖనిజాలు :

సున్నపు రాళ్లు : ఆర్కియన్ సున్నపురాళ్లు నెల్లూరు జిల్లాలోను, నర్సిసంపురాళ్లు పల్నాడు, జగ్గయ్యపేట, కడప-బనగానపల్లి ప్రాంతాల్లోను, వేంపల్లి సున్నపురాళ్లు కడప-బేతంచెర్ల ప్రాంతాల

లోను, అనంతపూర్ జిల్లాలోను, ట్రావ్లం మధ్య తూర్పు, పశ్చిమగోదావరి జిల్లాలోను, పాళాల్ సున్నపురాళ్లు ఖమ్మం జిల్లాలోనూ లభిస్తాయి. ఆదిలాబాద్ జిల్లాలోని మంచిర్యాల, కరీంనగర్ జిల్లాలోని పెద్దపల్లి, హైదరాబాద్ జిల్లాలోని కాండూరు ప్రాంతాలలో గూడా సున్నపురాళ్లు లభిస్తాయి.

### సేట్ :

ఇది ముఖ్యంగా ప్రకాశం జిల్లాలోని మార్కాపురం, కంభం ప్రాంతాలలో లభిస్తుంది.

### తీరపు ఇసుకలు :

తూర్పు తీరములో ఇల్లినైడ్, మైనజైట్ జిర్కాన్, గార్నెట్ మొదలైన ఖనిజాలున్న ఇసుకలు ఉన్నాయి.

మన రాష్ట్రంలో రకరకాల కట్టడపురాళ్లు ఖనిజ, వర్ణ ద్రవ్యాలు (mineral Pigments), పింగాణి (Ceramics), అగ్నిసహన పదార్థాలు (Refractories), ఎరువుల తయారీలో ఉపయోగించు ఖనిజాలు మొదలయినవి గూడా లభిస్తాయి.

### అచార్య. వై జనార్దనరావు

1. భారతదేశము భూవిజ్ఞానశాస్త్రము ఎడిటర్: ప్రొ. వై. జె. రావు; తెలుగు ఎకడమి ప్రచురణ; 1974.
2. Geography of India & Burma by M S. Krishnan. 1968 Higginbotham (p) Ltd. Madras.
3. Geography of India by D.N Wadia 1968, Macmillan & Co. Ltd. London.
4. Geography of India by A.K Dey. 1958 National Book Trust of India. Delhi.



## 190. ఖనిజములు, శిలలు (Minerals and Rocks)

ఖనిజములు స్థిరమైన రసాయనిక సంఘటన కలిగిన పదార్థములు. శిలలు ప్రత్యేకమైన వయనము (Texture) మరియు నిర్మాణము (Structure)ను కలిగిన ఖనిజపుంజములు (Mineral aggregates). ఈ విధముగా ఖనిజములు సజాతీయ ప్రమాణములు (Homogeneous Units) గను, శిలలు విజాతీయ ప్రమాణములు (heterogeneous units) గను ఉండి భూమి యొక్క సకల ఘన పదార్థములుగా యొప్పుచున్నవి.

### ఖనిజములు

ఖనిజము ప్రకృతిసిద్ధముగా సంభవించు ఆకార్యనిక పదార్థము (Inorganic Substance). ఖనిజములు స్థిరమైన రసాయనిక సంఘటనములను విశిష్టభౌతిక ధర్మముల (Physical Properties) ను కలిగి యుండును. రమారమి అన్ని ఖనిజములు - పాదరసము (Mercury), నీరు (Water) మరియు ఖనిజతైలము (Petroleum) లుతప్ప - ఘనపదార్థములే. భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసిన ఖనిజములన్నియు భూమి ఉపరితలముపై లేదా ఉపరితలము వద్ద నిర్మింపబడుచున్నవి. కొన్ని ఖనిజములు భూపటలము యొక్క అగాధ మట్టముల నుండియు, అగ్ని పర్వత క్రిమ (Volcanism), పర్వతోత్పత్తి మొదలగు గతిశీలప్రక్రియల (dynamic Processes) ద్వారా వెలుపలి కప్పు నుండియు ఉద్భవమునకు రవాణా చేయబడుచున్నవి. బంగారము, వెండి, రాగి, మరియు కర్పనము, టైమండ్ (మరియు నల్లసీసము - graphite) మొదలగు కొన్ని ఖనిజములు స్వభావికమైన మూల పదార్థములుగా లభించుచున్నప్పటికీ, దాదాపు ఖనిజములన్నియు రసాయనిక సంఘనటముతో కూడుకొన్న మూలపదార్థములే. అధికసంఖ్యాక ఖనిజములు దీర్ఘ విస్తృతిక పరమాణువ్యవస్థ (Long Range Atomic Order) గలిగిన స్పటికీయ స్థితి (Crystalline State) లో ఏర్పడతాయి. ఈ ఖనిజముల యొక్క వెలుపలి రూపము (external form) మరియు సౌష్ఠ్యము (Symmetry) దీర్ఘ విస్తృతిక పరమాణువ్యవస్థ ననుసరించి ఏర్పడినవే. పరమాణువులు (Atoms) మరియు పరమాణు సమూహములు (Atomic groups) లతో చేయబడినది ఖనిజము. ఇవి కొన్ని స్థిరమైన "త్రిమితీయ రీతి" (Three dimensional Pattern) తో కూర్చబడినవి. కొన్ని ఖనిజాలు యెల్లప్పుడు కొన్ని నిశ్చితమైన ఆకారములను కలిగి యుండును. కొన్ని సమయములందు వాటి పరమాణు సమూహముల ఏర్పాటుల వలన నిశ్చిత రూపములందు భేదములు యేర్పడును. ఖనిజములను, వాటి యొక్క భౌతిక ధర్మాలను, వెలుపలి రూపమునుబట్టి గుర్తింపవచ్చును. కొన్ని ఖనిజములు మరియు ముఖ్యముగా కొన్ని ధాతువుల పోలికల నెఱుగుటకు కొన్ని నిశ్చితమైన రసాయనిక పరీక్షలు కూడా అవశ్యకమే. ఖనిజమునకు స్థిరమైన రసాయనిక - సంఘటనముండుట వలన, ప్రథమముగా రసాయనికము (Chemical) గా అది వర్గీకరింపబడినది.

ఖనిజముల అధ్యయనము "ఖనిజశాస్త్రము" (Mineralogy) అని వ్యవహరింప బడుచున్నది. కొన్ని అనుకూల పరిస్థితులందు పరమాణు సమూహములలోని ఏర్పాటుల వలనగా అధిక సంఖ్యాకమైన ఖనిజములు జ్యామితీయ రూపములను (Geometric Forms) పొందుచున్నవి. ఈ బాహ్య జ్యామితీయ రూపములు (External-Geometric Forms), అంతర పరమాణు నిర్మాణము (Internal Atomic Structure)

ఖనిజముల అధ్యయనము "ఖనిజశాస్త్రము" (Mineralogy) అని వ్యవహరింప బడుచున్నది. కొన్ని అనుకూల పరిస్థితులందు పరమాణు సమూహములలోని ఏర్పాటుల వలనగా అధిక సంఖ్యాకమైన ఖనిజములు జ్యామితీయ రూపములను (Geometric Forms) పొందుచున్నవి. ఈ బాహ్య జ్యామితీయ రూపములు (External-Geometric Forms), అంతర పరమాణు నిర్మాణము (Internal Atomic Structure)

యొక్క ప్రతిబింబమే. వీరినే స్పటికములు (crystals) అంటారు. జంతు, వృక్షముల యందీ బాహ్యరూపములు స్పటికముగా నుండును. స్పటికముల యొక్క అధ్యయనమే స్పటిక శాస్త్రము (Crystallography). ఖనిజములను వర్ణించుటలోను మరియు నిర్ధారణ చేయుటలోను వాటియొక్క ప్రకాశధర్మాలు (Optical Properties) కూడా ప్రాముఖ్యతను గలిగియున్నవి. అలోహ ఖనిజముల (Non - Metallic Minerals) ను సరిగ్గా గుర్తించుటకు, ఖనిజముల యొక్క సూక్ష్మరూప పరిశీలన (Microscopic examination) అవశ్యము. ఖనిజశాస్త్రము, సౌకర్యము కొరకు, క్రింది విధముగా విభజింపబడినది.

1. స్పటిక శాస్త్రము (Crystallography): స్పటికముల అంతః మరియు బాహ్యజ్యామితి శాస్త్ర అధ్యయనము.

2. రసాయనిక ఖనిజ శాస్త్రము (Chemical Mineralogy): ఖనిజ రసాయనిక నిర్మాణము (Chemical Structure) మరియు రసాయనిక ధర్మముల అధ్యయనము.

3. భౌతిక ఖనిజ శాస్త్రము : (Physical - Mineralogy) : ఖనిజ భౌతిక ధర్మముల అధ్యయనము.

సరాసరి "అగ్నిమయ" (Igneous) మరియు అవక్షేప (Sedimentary) శిలల సంఘటనము (క్లోర్కు మరియు వాషింగ్టన్ లను అనుసరించి)

అగ్నిమయ		అవక్షేప		
ఖనిజములు	శాతము	ఖనిజములు	శాతము (షెల్)	శాతము (ఇసుకరాయి)
క్వార్ట్జ్	12.0	క్వార్ట్జ్	22.8	88.8
ఫెల్డ్ స్పార్లు	59.5	పెల్ స్పార్లు	80.0	1.5
ప్రైమర్స్	16.8	బంకమట్టి	25.0	6.8
అంఫిబోల్స్		అమొనైట్	5.6	1.8
అథకము	3.8	కార్బొనైటులు	5.7	11.1
ఇతర ఖనిజములు	7.9	ఇతర ఖనిజములు	11.4	2.2
మొత్తము	100.0	మొత్తం	100.0	100.0

ప్రకాశ ఖనిజ శాస్త్రము (Optical Mineralogy) : ఖనిజ ప్రకాశ ధర్మముల యొక్క అధ్యయనము.

ఖనిజ భౌతిక ధర్మాలు: (Physical properties of Minerals):

ఖనిజములను గుర్తించుటకు నిర్ణయ విలువ (Diagnostic value) గల మిక్కిలి ముఖ్యమైన బాహ్య ధర్మములు.

- (1) స్పటికరూపము (crystalline form)
- (2) నిర్మాణము (Structure)
- (3) కఠినత్వము (Hardness)
- (4) విడళనము (Cleavage)
- (5) విభంగము (Fracture)
- (6) వర్ణము (Colour) మరియు గీటు (streak)
- (7) ద్యుతి (Lustre)

సామాన్య శిలలలోని ఖనిజములు :

సుమారు రెండువేల ఖనిజజాతులకు పైనే తెలిసియున్నప్పటికీ వాటిలో కొన్ని మాత్రమే మనకు సామాన్యముగా దొరుకుతాయి. భూపటలము (Crust) ముఖ్యముగా ఏడు ఖనిజములతో నిర్మింపబడినది. భూపటలము యొక్క సరాసరి శిలలను కూర్చు ఖనిజములు క్రింది పట్టికలో చూపబడినవి

భూపటల మందలి శిలలయొక్క ఖనిజ పదార్థములలో పెర్లస్పార్లు ఇంచుమించు అర్థభాగమిచ్చుచున్నవని ప్రై పట్టిక వలన స్పష్టమగు చున్నది. ఇది శిలల గుర్తింపులో మరియు క్రమ బద్ధమైన వర్గీకరణములో ప్రాముఖ్యత కలిగి యున్నది. కల్కండలు (rock candy) లేక లవణ స్పటికములు ఏవిధముగా నీటి ద్రావణము నుండి చేయబడినవో అదే విధముగా కొన్ని ఖనిజములు ద్రావణము యొక్క ఆవపాతము నుండి ఉద్భవింపుచున్నవి. అధికోష్ణ ద్రావణములు ప్రక్క శిలల పగుళ్ళ ద్వారా లేదా శిలల యితర మార్గముల ద్వారా పైకిలేచి, భూమి ఉపరితలమునకు చేరి, యవటి అల్పస్థము వలన ఆవపాతము గావింపబడుచున్నవి. ఇటువంటి ద్రావణములనుండి ఆత్యల్ప ద్రావణీయములగు పదార్థములు మొదట స్పటికీకరింపబడి అధిక ద్రావణీయమైన పదార్థములు పిమ్మట ఆవపాతము గావింప బడుచున్నవి. అగ్నిపర్వతపు ప్రేలుడు నుండి ఏర్పడు ద్రవీభూత శిలాపదార్థములు (Molten rock materials) ఒక విధమగు ద్రావణము; మరియు అధికోష్ణ ిటి ద్రావణములు యింకొక విధము. వీటి నుండియే పెక్కు ఖనిజము లేర్పడుచున్నవి. “రూపాంతర ప్రాప్తి” (Metamorphism) మరియు ‘ఉత్పతనము’ (Sublimation)ల నుండికూడా ఖనిజము లేర్పడుచున్నవి.

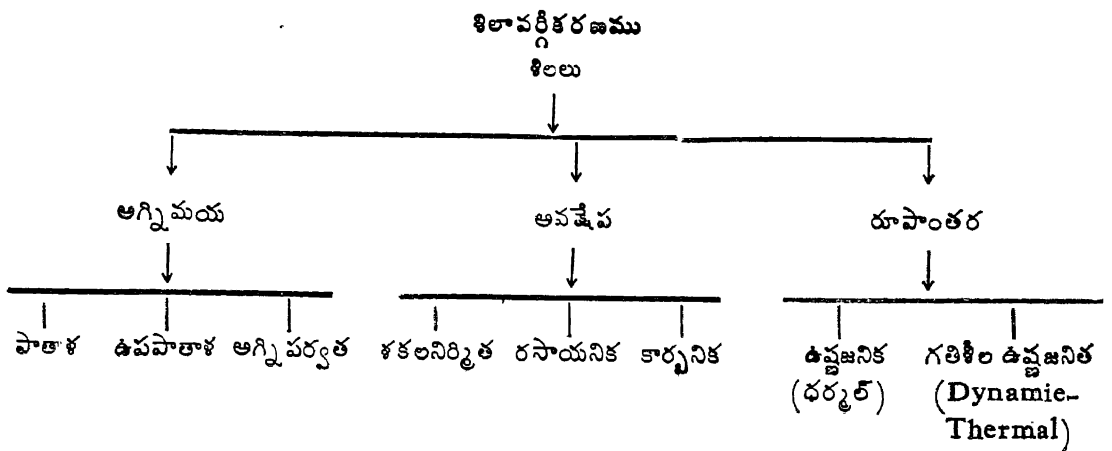
శిలలు (Rocks) :

ప్రకృతి యొక్క ఆకార్యనిక ప్రక్రియల ద్వారా ఒకటి లేక పెక్కు మూలకాల సంయోగము వలన ఖనిజము: లేవిధముగా నేర్పడుచున్నవో అదే ప్రకారముగా అనేక ఖనిజమిశ్రమముల లేక భౌతిక సంయోగముల వలన శిలలు కూడా ఏర్పడుచున్నవి. అధిక సంఖ్యాకమైన శిలలు ఒకటి కన్న ఎక్కువ ఖనిజముల యొక్క విజాతీయ వుంజములే (Heterogeneous Aggregates) (ఉదా: గ్రానైట్, డోలరైట్, నైస్), కాని కొన్ని శిలలు మాత్రము ఒక్క ఖనిజజాతికే చెంది వుంటాయి. (డ్యూనైట్, జిప్సమ్, సైంధవ లవణశిలలు).

“శిల” విశాల భౌమవిధిని గలిగిన ఒకటి లేక పెక్కు ఖనిజముల భూపటలము యొక్క పదార్థమని నిర్వచింప బడుచున్నది.

కొన్ని భౌమప్రక్రియల వలన శిలలు తయారు అవుచుండగా మరికొన్ని భౌమ ప్రక్రియల వలన అవి పగిలి, విధ్వంసము అవుతుంటాయి. శిల విధ్వంసము గావింపబడి తద్వారా కలిగిన ఉత్పాదితములు, పిమ్మట అవిచ్చిన్న శిలాచక్రమందు (Rock cycle) సంయోగము చెంది వేరొక శిలగా రూపమును పొందుచుండును.

వై విధమగు విన్యాస మాధారముగా, శిలలు మూడు సాధారణ సామూహికములుగా విభజింపబడినవి. అవేవనగా: “అగ్నిమయ” (Igneous), అవక్షేప (Sedimentary) మరియు రూపాంతర (Metamorphic) శిలలు. ఇవి మరల ఉపసమూహాలుగా వర్గీకరింపబడినవి.



శిలల యొక్క ఆధ్యయనము 'శిలాశాస్త్రము'ని (Petrology) వ్యవహరింపబడును. శిలలు, వాటి యొక్క నిర్మాణము (Structure), వయనము (Texture), ఖనిజ సంఘటనము మరియు వాటి కఠినత్వము (Hardness), చేతినమూనాల యందలి పగులులు (Fractures in Hand Specimens) మొదలగు భౌతికధర్మాల ఆధార మనుబట్టి కనుగొనబడుచున్నవి. రసాయనిక విశ్లేషణము మరియు సూక్ష్మరూప పరిశీలనలు కొన్నిసామాన్య రీతుల శిలలను కనుగొనుటలో అవశ్యకతను కలిగి యున్నవి.

**అగ్నిమయ శిలలు (Igneous Rocks):**

ద్రవీభూత సిలికేట్ శిలాపదార్థము (Molten Silicate Rock Material) ఉపరితలమునకు మిక్కిలి క్రిందనుండు పెద్ద అగాధమునందు దొరికినచో, "మాగ్మా" (magma) అనబడును. ఈ పదార్థము అగ్నిపర్వత పేలుడు నుండి భూమి ఉపరితలమున పారుచుండినచో లావా (Lava) అనబడును. శీతలీకరణము మరియు స్పటికీకరణములద్వారా ఈ పదార్థము నుండి అగ్నిమయ (ప్రథమ) శిల ఏర్పడుచున్నది. ఈ అగ్నిమయ శిలకు సామాన్యమైన ఉదాహరణము "గ్రానైట్" అనబడు శిల. 'డోలరైట్', 'బసాల్ట్', 'ఓబ్ సీ డి యన్' మొదలగునవి మరికొన్ని ఉదాహరణలు. మాగ్మా (Magma) శీతలీకరింపబడిన పిమ్మట భూపటలము లోపల లేక పైన దృఢీభవనము చెందును. ఈ విధముగా ద్రవీభూత శిలాపదార్థముల నుండి ఏర్పడిన అగ్నిమయ శిలలు, భూపటలము పైన (లావా నుండి) దృఢీభవనము చెంది. ఉద్గత (exclusive) లేక అగ్నిపర్వత శిలలు అనబడుచున్నవి (డై యోరైట్, బసాల్ట్, ఓబ్ సీ డి యన్). ఈ ద్రవీభూత శిలా పదార్థములు భూమి ఉపరితలము క్రింద (మాగ్మా నుండి) దృఢీకరింపబడుచుండిన

అంతర్గమ (Intrusive) శిలలు అనబడుచున్నవి. ఈ అంతర్గమ శిలల మాగ్మాదృఢీకరణము భూపటల అగాధములలో జరిగినట్లయితే వాటిని పాతాళ శిలలు (Plutonic Rocks) అంటారు (గ్రానైట్, సయనైట్, గాబ్రో, డ్యునైట్). దృఢీకరణము భూమి ఉపరితలము క్రింద జరిగినట్లయితే "ఉప పాతాళశిల" (Hypabessal rock) అంటారు. (పెగ్మటైడ్, గ్రానైట్, పార్ ఫిరి, డోలరైట్).

అగ్నిమయ శిలల లక్షణాలు మాగ్మాయొక్క రసాయనిక సంఘటనము పైనేగాక మాగ్మా శీతలీకరణ సమయము నందుండు పరిస్థితుల మీద కూడా ఆధారపడి ఉంటాయి. అగ్నిమయ శిలల యొక్క ఖనిజములు కొన్ని ఖనిజజాతుల లాక్షణిక సంయోజనములుగా (Characteristic assemblages) లభిచును. ఏకఖనిజ రేణువులు పరస్పరము అతిక్కుకొని లేదా వదలివేయబడి లేదా రంధ్ర రహితములుగా రూపముదాల్చి స్థానరేఖము పొందుచుండును. అగ్నిమయ శిలలలోని సామాన్య ఖనిజములు క్వార్ట్జ్, ఫెల్డ్ స్పార్స్, ఫైరోక్సిన్లు ఆమ్ఫిబోల్స్, అల్బకాలు మొదలగునవి. శిలా వయనపు అమరింపు-శిలలను కూర్చురేణువుల పరిమాణము, రూపము, మొదలగు వానిపై-ఆధారపడి యున్నది.

అగ్నిమయ శిలల వయనములలోని మార్పులు మాగ్మా శీతలీకరణసమయము నందుండు పరిస్థితులపై నాధారపడి యుండును అగాధములలోని మాగ్మా శీతలీకరణము నిదానముగా జరుగుటకు తగిన సమయము, సదవకాశము వుండుట వలన పాతాళ శిలలోని ఏకఖనిజ రేణువులు కనిపించేటంత స్థూల (స్థూలరేణుయుత) పరిమాణమునకు పెరుగును. ఇట్లుండగా అగ్నిమయ శిలల యొక్క ఏకఖనిజ రేణువులు భూమి ఉపరితలము లోని అగాధముల యందు లావాయొక్క శీఘ్రతరశీతలీకరణము వలన

బసాల్ట్ శిలలోని విధముగా చిన్నవిగా (సూక్ష్మరేణు యుతములుగా) నుండి ఏ సహాయము లేని కంటికి చక్కగా కనిపించును. ఓప్‌సిడియన్ లోని విధముగా కొన్ని అగ్నిపర్వత శిలలలో లావా యొక్క శీఘ్రతర శీతలీకరణ ఫలితముగా కావపదార్థములు (Glassy Materials) తప్ప ఏ ఖనిజములును ఉండవు కొన్ని అగ్ని మయ (ఉపపాతాళ మరియు అగ్ని పర్వత) శిలయందు రెండురకాల వయస్సు ముల మధ్య మార్పులు జరుగుచుండవచ్చును. ఈ వలచునముల యందు సూక్ష్మరేణువులు లేక కాచ ఆధార ద్రవ్యరాశుల (Glassy grand Mass) గుండా స్థూలరేణువులు చెదురు మదురు చేయబడుచున్నవి ఇటువంటి వయస్సును “పోర్ఫిరీటిక్” వయస్సు అనబడును.

## 2. అవక్షేప శిలలు (Sedimentary rocks):

పేరు సూచించునట్లుగా ఈశిలలు భూపటలము యొక్క హరివాణము (basin) లలో అవక్షేప నిక్షేపణముల (Sedimentary deposits) వలన ఏర్పడుచున్నవి. ఇవి అధికముగా పూర్వస్థితశిలల (Pre-existing rocks) యొక్క శైథిల్యము (weathering) మరియు క్రమక్షయము (erosion) ల ఫలితములగు ఉత్పాదితములచే కూర్చు చేయబడి యుండును. ఖనిజములు మరియు శిలల యొక్క తునకల హరివాణములు, పెద్దగోళశిలలుగా లేక ద్రావకమున మెరయుచుండు సూక్ష్మరూప రేణువులుగా నుండును.

అవక్షేపములు - పొరుచుండు నీరు, సముద్ర కెరటాలు, పవాహము, గాలి మరియు మంచుగడ్డ మొదలగు-భౌమకారకములచేత రవాణా చేయబడి మరియు వదలి వేయబడి లేదా అవసాతము గావింప బడుచుండును. కొన్ని శిలాలశకలములు గుండ్రముగా, మరికొన్ని కోణపాతములు (angular) గ నుండవచ్చును. ఈ రూపురేఖలు రవాణాయొక్క దూరము

మరియు యితర కారణాంశములపై ఆధారపడి యున్నవి. వదులైన అవక్షేపములు పైనుండు స్తరాల నుండి ఒత్తిడి ద్వారా మన అవక్షేప శిలలుగా మారవచ్చును. ఈ మన అవక్షేప శిలలు ఏకఖనిజములను గట్టిగా కలుపుపదార్థముల (cement) ద్వారా అవపాతము గావింపబడి విమ్మట నిక్షేపింప బడుచున్నది.

అవక్షేపము యొక్క నవీన భావనము ఈ క్రింది విధముగా ఉన్నది.

(1) ఉప్పటికిని భూమిపైని అవిచ్ఛిన్నముగా నుండు చైతన్య ప్రక్రియల నుండి అవక్షేప శిలలు ఏర్పడినవి.

(2) మిక్కిలి దళసరములైన అవక్షేప పౌరలు భౌమకాలపు విస్తారమైన యుగముల యొక్క పెద్ద రాశులను ప్రతిబింబించుచున్నవి.

(3) కార్బనిక ఉత్పత్తి (Organic origin) గలిగి రసాయనిక పదార్థములతో కలసినటువంటి వదులైన నిక్షేపణములలోని (Loose deposits) గురికరాట్ల ఇసుక రేణువులు మరియు అల్పతరమైన కణములు కాలగతి వలన రూపొంది మరియు కూర్చబడి లేదా కలుపబడి దృఢమైన కఠిన శిలలుగా ఏర్పడు చున్నవి.

(4) లోతుగా నుండు హరివాణము (Basin) లో అవక్షేప పౌరలు భూపటలము యొక్క ఊర్ధ్వముఖ మరియు అధోముఖ చలనముల వలన పైకెత్తబడి విరూపము గావింపబడుచున్నవి.

అవక్షేప శిలల యొక్క ప్రత్యేకమైన రూపము లేమనగా :-

(1) ఇవి మామూలుగా బాగుగా స్తరితమై (Striated) లేక సంస్తరితమై (bedded) యుండును. నిక్షేపణల పరిస్థితులలోని చిన్న మార్పులపైన సంస్తరిత సమతలములు ఆధారపడి యుండును.

బసాల్ట్ శిలలోని విధముగా చిన్నవిగా (సూక్ష్మరేణు యుతములుగా) నుండి ఏ సహాయము లేని కంటికి చక్కగా కనిపించును. ఓప్సిడియన్ లోని విధముగా కొన్ని అగ్నిపర్వత శిలలో లావా యొక్క శీఘ్రతర శీతలీకరణ ఫలితముగా కాచపదార్థములు (Glassy Materials) తప్ప ఏ ఖనిజములును ఉండవు కొన్ని అగ్నిమయ (ఉపపాతాళ మరియు అగ్నిపర్వత) శిలయందు రెండురకాల వయనముల మధ్య మార్పులు జరుగుచుండవచ్చును. ఈ వలచునముల యందు సూక్ష్మరేణువులు లేక కాచ ఆధార ద్రవ్యరాశుల (Glassy grand Mass) గుండా స్థూలరేణువులు చెదురు మదురు చేయబడుచున్నవి ఇటువంటి వయనము "పోర్ఫిరీట్" వయనము అనబడును.

## 2. అవక్షేప శిలలు (Sedimentary rocks):

పేరు సూచించునట్లుగా ఈశిలలు భూపటలము యొక్క హరివాణము (basin) లలో అవక్షేప నిక్షేపణముల (Sedimentary deposits) వలన ఏర్పడుచున్నవి. ఇవి అధికముగా పూర్వస్థితశిలల (Pre-existing rocks) యొక్క శైథిల్యము (weathering) మరియు క్రమక్షయము (erosion) ల ఫలితములగు ఉత్పాదితములచే కూర్పు చేయబడి యుండును. ఖనిజములు మరియు శిలల యొక్క తునకల పరిమాణములు, పెద్దగోళశిలలుగా లేక ద్రావకమున మెరయుచుండు సూక్ష్మరూప రేణువులుగా నుండును.

అవక్షేపములు - పారుచుండు నీరు, సముద్ర కెరటాలు, పవాహము, గాలి మరియు మంచుగడ్డ మొదలగు-భౌమకారకములచేత రవాణా చేయబడి మరియు వదలి వేయబడి లేదా అవసాతము గావింప బడుచుండును. కొన్ని శిలాళకలములు గుండ్రముగా, మరికొన్ని కోణవంతములు (angular) గ నుండ వచ్చును. ఈ రూపురేఖలు రవాణాయొక్క దూరము

మరియు యితర కారణాంశములపై ఆధారపడి యున్నవి. వదులైన అవక్షేపములు పైనుండు స్తరాల నుండి ఒత్తిడి ద్వారా మన అవక్షేప శిలలుగా మారవచ్చును. ఈ మన అవక్షేప శిలలు ఏకఖనిజములను గట్టిగా కలుపుపదార్థముల (cement) ద్వారా అవపాతము గావింపబడి పిమ్మట నిక్షేపింప బడుచున్నది.

అవక్షేపము యొక్క నవీన భావనము ఈ క్రింది విధముగా ఉన్నది.

(1) ఆప్యటికిని భూమిపైని అవిచ్ఛిన్నముగా నుండు చైతన్య ప్రక్రియల నుండి అవక్షేప శిలలు ఏర్పడినవి.

(2) మిక్కిలి దళసరములైన అవక్షేప పౌరలు భౌమకాలపు విస్తారమైన యుగముల యొక్క పెద్ద రాశులను ప్రతిబింబించుచున్నవి.

(3) కార్బనిక ఉత్పత్తి (Organic origin) గలిగి రసాయనిక పదార్థములతో కలసినుటువంటి వదులైన నిక్షేపణములలోని (Loose deposits) గురికరాళ్లు ఇసుక రేణువులు మరియు అల్పతరమైన కణములు కాలగతి వలన రూపొంది మరియు కూర్చబడి లేదా కలుపబడి దృఢమైన కఠిన శిలలుగా ఏర్పడు చున్నవి.

(4) లోతుగా నుండు హరివాణము (Basin) లో అవక్షేప పౌరలు భూపటలము యొక్క ఊర్ధ్వముఖ మరియు అధోముఖ చలనముల వలన పైకెత్తబడి విరూపము గావింపబడుచున్నవి.

అవక్షేప శిలల యొక్క ప్రత్యేకమైన రూపము లేమనగా :-

(1) ఇవి మామూలుగా బాగుగా స్తరితమై (Striated) లేక సంస్తరితమై (bedded) యుండును. నిక్షేపణల పరిస్థితులలోని చిన్న మార్పులపైన సంస్తరిత సమతలములు ఆధారపడి యుండును.

(2), ఇవి కొన్ని “శిలాజముల” (Fossils)ను కలిగి యుండును. కొన్ని అవశేష శిలలు సంపూర్ణముగా కర్పనిక అవశేషాల (Organic-remains) చేత సంఘటితమై యుండును. శిలాజములుండు శిలలు గతకాలపు (Past) సమాచారములను తెలియజేయుచుండును.

అవశేషశిలలు ముఖ్యముగా మూడు విధములుగా వర్గీకరింపబడినవి.

(1) తునకల నిక్షేపణలు :- పూర్వస్థిత శిలులు (preexisting rocks) పగులుటవలన ఉత్పత్తి గావింప బడినవి.

ఉదా :- కాంగ్లోమిరేట్లు, ఇసుకరాళ్ళు, షేల్లు మొ॥

(2) రసాయనిక ప్రక్రియలు : పరిశోషణము (evaporation) మరియు అవపాతముల నుండి ఉత్పత్తి గావింపబడినవి.

ఉదా :- సైంధవలవణము (rock salt), జిప్సమ్, సున్నపు రాళ్ళు (lime stones), దోల మైట్లు.

(3) కార్యనిక నిక్షేపణములు :- జంతు వృక్షాదుల జీవనావశ్యకమైన కార్యకలాపములు (Vital activities) లేదా వాటి కర్పరములు (shells) మరియు ఇతర భాగముల రాశుల చేత ఉత్పత్తి గావింప బడినవి.

ఉదా:- కర్పర సున్నపురాళ్ళు (shell lime stones), ఫాస్ఫాటిక్ పరికరములు, (phosphatic nodules), పీటో మరియు బొగ్గు మొ॥

రూపాంతర శిలలు (Metamorphic rocks)

మూలరూపమునందు రసాయనిక మరియు భౌతిక మార్పులు గావింపబడినటువంటి అగ్నిమయ, అవశేష శిలలే ఈరూపాంతర శిలలు

(Metamorphic rocks), “రూపాంతర ప్రాప్తి” (Metamorphism) శిలులు అనగా ఉష్ణోగ్రత మరియు పీడనము మొక్క అస్థిర పరిస్థితుల లోని రసాయనిక మైన చైతన్య ప్రవాహము (chemically active fluids) చేత పునర్వ్యవస్థీకరిత మరియు పునర్నిర్మితమైన శిలారాశులని అర్థము. రూపాంతర సమయ మందు, శిలల యొక్క మూలాంశములు పెక్కు పరిశీలనల యందు వాటిలోని పునః సృజీకరిణవ్వారా క్రొత్త సంయోగములనబడుచున్నవి. ‘రూపాంతర శిల’ లలో వాటిని రూపొందించుటలోని పీడనము వలన క్రొత్తఖనిజములు రహస్యమిగా ‘సమాంతర పొరలు’ (పత్రాలు) గా కూర్చబడి చున్నవి. ఈ నిర్మితి ‘సదశతా’ (foliation, నిర్మితి అనబడును.

ఇది ఈ శిలల యొక్క ప్రత్యేకమైన గుణము బ్రయోలైట్, కయానైట్, స్టోరోలైట్, టాల్క్, సర్పెంటైన్, అభ్రకము (mica) మరియు క్లోరైట్ మొదలగునవి, రూపాంతర శిలల యొక్క లక్షణములైన ఖనిజములు.

రూపాంతర ప్రాప్తి యందు ముఖ్యముగా రెండు పెద్ద తరగతులున్నవి. అవియేమనగా:-

(1) తాప రూపాంతర ప్రాప్తి (Thermal - Metamorphism) మరియు (2) గతిశీల ఉష్ణ గతిక రూపాంతర ప్రాప్తి (Dynamic Thermal Metamorphism)

(1). తాప రూపాంతర ప్రాప్తి :- ఇవట ఉష్ణము ముఖ్యమైన కారణాంకము. భూమి ఉపరితలము క్రింద వుండు అగ్రాధములు ఎక్కువగుట చేతను, మరియు ప్రదేశపు శిలలోని (Country rocks)కి ఆంతర్గమనము (intrude)చెందుమాగ్మాం వలన శిలులు తాపరూపాంతర ప్రాప్తి నొందుచున్నవి. ఉదాహరణము :- పాలరాయి మరియు క్వార్ట్జైట్లు.

## (2) గతిశీల ఉష్ణగతిక రూపాంతర ప్రాప్తి

ఇచ్చట పీడనము మరియు ఉష్ణ రూపముల సంయోగము ముఖ్యమైన కారణాంకము. దీని వలనగా సంపూర్ణ పునఃసృష్టికరణ ద్వారా

కొత్త నిర్మితము లేర్పడుచున్నవి. పర్యవశా నిర్మాణ క్రియలతో కూడుకొని యుండుట వలన ఇది, గతి శీల ఉష్ణగతిక రూపాంతర ప్రాప్తి "అని పిలవబడుచున్నది; ఉదా:-షిస్ట్లు మరియు నైస్లు.

యం. జి. చక్రపాణినాయుడు

## 191. శిలాజములు (Fossils)

ఫాసిల్ (fossil = శిలాజము) అనే మాటను మొట్టమొదట రోమన్లు వాడారు. మట్టిలోనుంచి తవ్వకముచేసి ఏ వింత వస్తువునైనా-అది జీవసంబంధమైనది కావచ్చు లేదా ఖనిజ సంబంధమైనది కావచ్చు- రోమన్లు ఫాసిల్ (శిలాజము) గానే గుర్తించేవారు. 18వ శతాబ్ది చివరినుంచి కచ్చితమైన జీవావశేషాలను మాత్రమే శిలాజాలుగా శాస్త్రజ్ఞులు అంగీకరించినారు. ఖనిజ పదార్థాలతో ప్రతిష్ఠితములై మార్పెట్టిన జీవుల అవశేషాలు, పురాజీవుల ఉనికిని తెలిపే ఆకులు, చర్మము, ఈకలు, మొదలైన వాటి మొక్క పోతలు, అచ్చులు, ముద్రలు, బొటాలు, జాడలను శిలాజాలుగా వర్ణిస్తారు. సాధారణంగా అతిమజివ మహాయుగం నుంచి ప్రెస్టోసీన్ యుగాంతంవరకు నిక్షేపితమైన శిలాస్త్రులలో భద్రపరచబడిన జీవులను వాటి అవశేషాలను మాత్రమే శిలాజాలుగా గుర్తిస్తారు. జీవక్రియల వల్ల ఏర్పడిన నేలబొగ్గు, సున్నపురాయి, గ్రానైట్ నిక్షేపాలు పురాజీవుల ఉనికికి నిదర్శనములయినప్పటికి సాధారణంగా వాటిని శిలాజాలుగా పరిగణించరు.

జీవుల అవశేషాలను శిలాజాలుగా రూపొందించే ప్రక్రియా సంపుటిని శిలాజీకరణము అంటారు. శిలాజాల పరిశీలన ద్వారా భూత భౌమయుగాలలో వర్ధిల్లిన జీవరాసులను గురించి శాస్త్రీయదృక్పథంతో చర్చించే విషయవిభాగాన్ని పురాజీవ శాస్త్ర

మంటారు. పురాజీవ శాస్త్రాన్ని పురాజంతుశాస్త్రము, పురావృక్ష శాస్త్రము, సూక్ష్మపురాజీవ శాస్త్రము మొదలైన శాఖలుగా విభజించవచ్చును. పురాజీవ శాస్త్రంలో ప్రత్యేకత చూపించే వారిని పురాజీవ శాస్త్రజ్ఞులంటారు.

## చరిత్రలో శిలాజాల అధ్యయనము :

ఆదిమ మానవులు శిలాజాలను వి.తపస్తవులుగా భావించి వాటిని కేవలము అలంకరణార్థమై ఉపయోగించినారు. సిండర్బర్ట్ మానవులు దండకడియాలతోను, రక్షరేకులతోను, బ్రాకియోపాడ్ కర్పరాలను ఉపయోగించినారు. అమెరికాలోని ఆదిమ జాతి మానవులు క్రైనాయిడ్ శిలాజాలను దండలుగా గుచ్చి మెడలో వేసుకొనేవారట. బహుశః వాటిలో ఏదో వశికరణశక్తి ఉన్నట్లు నమ్మేవారేమో !

జెనోఫేన్స్ (Xenophanes) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు (క్రీ.పూ. 600) గ్రీస్ దేశంలోని కొండలలో మొలసిగ్గ శిలాజాలను, అకులముద్రలను గమనించి ఆ ప్రాంతాలు ఒకప్పుడు సముద్రంచేత ఆక్రమితాలయి ఉండేవని అభిప్రాయపడినాడు. హెరడోటస్ (Herodotus) (క్రీ.పూ. 400) ఈజిప్టు దేశంలోని పర్యటనలో అటువంటి శిలాజాలనే గుర్తించినాడు. అరిస్టాటిల్ (క్రీ.పూ. 384-322) శిలాజాలు, జీవులకు సంబంధించిన వస్తువులని చెప్పినాడు. కాని అవి శిలలలోనే వుట్టినవని ఆయన గట్టిగా అభి



ప్రాయ పడినాడు. క్రీ.శ. 980-1077 లో ఉండిన అవిసెన్నా (Avicenna) అనే పెర్షియాదేశపు వైద్యుడు భూపటలంలో వుండే ప్లాస్టిక్ బలము ఒక శిల్పవలె పని చేయడంవల్ల, ఆకులు జీవులను పోలిన శిలాజాలు వచ్చినాయని చెప్పినాడు. రమారమి క్రీస్తు శకము 15 వ శతాబ్దివరకు శిలాజాల గురించిన ఇటువంటి అభిప్రాయాలే బహుశ ప్రచారంలో ఉండేవి. శిలాజాలతో కూడిన కొండలున్నచోట ఒకానొకప్పుడు సముద్రం ఉండేదని, ఆ శిలాజాలు అనాటి సముద్రంలో జీవించిన జీవావశేషాలని రెనార్డో డా విన్చి (Leonardo da Vinci) (క్రీ.శ. 1459-1519) అనే ఇటాలియన్ ఇంజనీర్ చెప్పినాడు. శిలాజాలను గురించి అంతవరకు ప్రచారంలో ఉన్న అభిప్రాయాలను ఆయన తీవ్రంగా ఖండించినాడు. మొత్తంమీద 18వ శతాబ్ది మధ్యభాగం నాటికి శిలాజాలకు సంబంధించిన వివాదం ముగిసింది. తరవాతి కాలంలో కెరోలస్ లినియస్ (Carolus Linnaeus), జియోవనీ ఆర్డినో (Giovanni Arduino), అబి గిరాడ్ (Abbe Giraud), విలియమ్ స్మిత్ (William Smith) క్యువియర్ (Cuvier), సి.డి.లామార్క్ (C.de. Lamarck) శాస్త్రజ్ఞులు శిలాజాలను శాస్త్రీయ దృక్పథంతో పరిశీలించి పురాజీవశాస్త్రానికి ఒక స్థిరమైన రూపాన్ని ఒక్కడంలో ప్రముఖ పాత్ర నిర్వహించినారు.

**జీవావశేషాలు శిలాజాలుగా మారటానికి అవసరములైన పరిస్థితులు :**

(1) జీవదేహంలో ఏదోరకమైన గట్టి భాగము ఉండవలె. (2) జీవి మరణించిన వెంటనే ఏదోరకమైన పదార్థంతో అది పూర్తిగా కప్పబడి పోవలె. ఖండాంతర భూములమీద త్వరితంగాను ఎక్కువగాను మట్టి పేరుకొనే స్థలాలు తక్కువ. అందువల్ల భూచరాలు శిలాజాలుగా భద్రపరచబడడం అరుదుగా జరుగుతుంది. సముద్రాలలో అవశేషాలు

నిరంతరం నిక్షేపిత మవుతుండడం వల్ల జలచర జీవులు చనిపోయిన వెంటనే కప్పబడతాయి భూచరాలతో పోల్చినపుడు జలచరాల శిలాజీకరణకు అవకాశాలు ఎక్కువ. వివిధ జీవులలో కఠిన భాగాల నిర్మాణము, సంఘటనము, వివిధ రీతులలో ఉండటం వల్ల కొన్ని జీవులు మరికొన్నిటికన్న అధికంగా భద్రపరచ బడతాయి. భూపటలంలో కనిపించే ప్రధానమైన మూడురకాల శిలలలో-అగ్ని శిలలు, రూపాంతర శిలలు, అవశేష శిలలలో-అవ శేష శిలలలోనే శిలాజాలు దొరుకుతాయి.

**జీవావశేషాలు భద్రమయ్యే విధానాలు :**

(1) జీవి యథాతథంగా భద్రత చెంద వచ్చు :- ఎడారులలోను, మంచు భూములలోను జీవావశేషాలు శిథిలం కాకుండా ఎక్కువ కాలం ఉంటాయి. అటువంటి ప్రదేశాలలో జీవి మృదు భాగాలుకూడా చాలకాలము చెడిపోకుండా ఉంటాయి. ఆ పరిస్థితులలో జీవి మొత్తము (అంటే మృదు భాగాలు, కఠిన భాగాలతో సహా) భద్రపరచ బడుతుంది. హిమయుగం నాటినుంచి సైబీరియా మంచుభూములలో కప్పబడి ఉన్న ఏనుగులు, మేమత్లు, ఖడ్గమ్మగాలు చచ్చినపు డెట్లున్నాయో ఈనాటికి అట్లాగే ఉన్నాయి. ఇట్లే ఎడారి వాతావరణం గల ఉత్తర అమెరికాలోని అరిజోనా, న్యూమెక్సికో రాష్ట్రం కొండగుహలలో నివసించిన పూర్వ మానవుల కళేబరాలు, వారి దుస్తులు, ఆహారంతో సహా ఇప్పటికీ చెడిపోకుండా నిలబడి ఉన్నాయి. ఆధునిక జీవ మహాయుగం నాటి కీటకాలనేకములు ఏమాత్రము రూపం చెడకుండా అంబర్ అనే జిగురులో భద్రమైనాయి.

(2) మార్పులేకుండా భద్రత చెందిన తర్ఫురాలు, అస్థిపంజరాలు :- అస్థిపంజరం లేదా కర్పరం మాత్రమే భద్రపరచ బడినపుడు అది మొదట్లో ఎట్లా ఉండేదో అట్లాగే శిలాజరూపంలో

కూడా ఉంటుంది. మృదుపదార్థం మాత్రం విచ్ఛిత్తి అవుతుంది.

(1) మార్పుచెంది భద్రత చెందిన జీవావ శేఫాలు: అస్థిపంజరము లేదా కర్పరము, దారువు మట్టి పొరలచే కప్పబడిన తరవాత ఆ పొరలలో అంతః స్రవణ జలాల ప్రభావం వల్ల, వాటి మూల రసాయన పదార్థాలు అణువణువుగా ద్రావణమై పోయి, వాటి స్థానంలో అణువణువుగా సిలికా, క్వార్ట్జ్ కార్బోనేట్ వంటి నూతన పదార్థం నిక్షేపణ అవుతుంది. కాని ఈ ప్రక్రియలో మూల ఆకార నిర్మాణాలు అట్లాగే నిల్చిపోతాయి. ఇట్టి మార్పుచెందిన శిలాజాలను “పాషాణీభవనా”లు అంటారు. మాధ్యమిక జీవ మహాయుగానికి చెందిన అనేక డైనోసార్ల, ఇతర సకశేరుక జంతువుల అస్థికలు ఇలాగే భద్రత చెందినాయి.

(4) కర్బనీకరణము : నీటిలో పడిన ఆకులు మొదలైనవి మునిగి జలాంతర్గతభూమిమీదికి చేరిన తరువాత కొత్తగా వచ్చిన ఒండలి పొరలతో కప్ప బడతాయి. క్రమంగా అవి పల్పటి, నల్లటిబొగ్గు పొరలై తయారవుతాయి. అట్టి పొరలలో ఆకులోని ఈనెం మూలవ్యాపనము స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది.

**పురాణీవుల ఉనికిని తెలిపే వస్తువులు**

(1) ముద్రలు :- ఒక ఆకు మెత్తటి ఒండలి పొరమీద పడినపుడు దాని ఆకారమును, ఈనెం వ్యాపనమును ఒండలి ఉపరితలంమీద ముద్రిత మవుతాయి. ఆ ముద్రమీద తిరిగి ఒక ఒండలి పొర నిక్షేపితమైతే ఆ ముద్రలు శాశ్వతంగా భద్రత చెంది శిలాజాలుగా మిగులుతాయి.

(2) అచ్చులు : ఏ కర్పరమైనా ఒండలితో కప్పబడినపుడు కర్పర బాహ్యాలంకరణ కర్పరం చుట్టూచేరిన మట్టిపై ముద్రిత మవుతుంది. కర్పరం లోపం చేరిన ఒండలిపై కర్పర అంతరాలంకరణ ముద్రిత మవుతుంది. కాలక్రమంలో అంతః

స్రవణ జలాల ద్రావణశక్తివల్ల లోపలి అచ్చులకు, బయటి అచ్చులకు, మధ్యవున్న కర్పర భాగాలు కరిగి ఖాళీలు ఏర్పడతాయి. ఈ ఖాళీలు యథా తథంగా మిగులవచ్చు. స్తరాలు కుదించుకోవడం వల్ల బయటి అచ్చు, లోపలిఅచ్చుతో, కలిసి పోవచ్చు. అంతః స్రవణ జలాలలో కరిగిఉన్న సిలికా, క్వార్ట్జ్ కార్బోనేట్ వంటి ఖనిజ పదార్థ లతో ఈ ఖాళీలు నిండిపోవచ్చు. ఖాళీలు యథా తథంగా నిలిచినపుడు ఆ ఖాళీలలో మైనం కరి గించిపోసి గుల్ల ఆకారాన్ని, అలంకరణను చూపే పోతను కృత్రిమంగా తయారు చేయవచ్చు.

(3) బొటలు, జొడలు, బొరియలు :-

జంతువులును, పక్షులును, ఒండలి దిబ్బలు, లేమ నేలలమీద నడిచినపుడు అవి నడిచిన దాంపొడు గునా వాటి పాదాల గుర్తులు పడతాయి. తరవాత చేరిన మట్టి పొరలతో ఆ ముద్రలు కప్పబడి భద్ర పరచబడతాయి. ఈ ముద్రలను బట్టి ఆనాడు జీవించిన సరీసృపాల, ఉభయచరాల చలనస్వభావా లను గురించి వాటి పాదనిర్మాణాలను గురించి తెలుసుకోగలిగినారు.

మట్టి పొరల మీద క్రిములు, నత్తలు పాకడం వల్ల ఏర్పడిన గుర్తులను జొడలుగా వర్ణించ వచ్చు. జలాంతర్గత ఒండలి నేలం మీద ఇటువంటి గుర్తులు పడతాయి.

క్రిములు నేలమీద చేసిన బొరియలు కొద్దికాలం నిలిచిన తరువాత అవి ఒండలితో నిండవచ్చు. ఆ పూడిక ఒండలి గట్టిపడినపుడు గొట్టంవలె నిలుస్తుంది.

(4) విసర్జక పదార్థాలు :- జంతువుల మలము, క్రిమి కీటకాల రెట్టలు, మొదలైన విసర్జక పదార్థాలు అప్పుడప్పుడు శిలాజాలుగా లభిస్తాయి. అటువంటి శిలాజాలను కాప్రాైట్లు అంటారు.

(7) ఉదర శిలలు :- పతులు, జంతువుల ఉదరాలలో తరచు కనపడే నున్నటిరాళ్ళను కూడా శిలాజాలుగా పరిగణింపవచ్చు. శిలాజీకరణం చెందిన డై నోసోరాల రొమ్ముపేటికలలో గాని, వాటి సమీపంలో గాని, ఉదర శిలలు శిలాజాలుగా దొరుకుతాయి.

### శిలాజాల ఉపయోగాలు

జీవకోటి చరిత్ర :- భూమి ఏర్పడి సుమారు 500 సంవత్సరాలయినప్పటికీ 100 కోట్ల సంవత్సరాల క్రిందట మాత్రమే భూమండలం మీద జీవ రాసులుపుట్టి వుండవచ్చునని శాస్త్రజ్ఞులు అభిప్రాయము. ఈ 100, కోట్ల సంవత్సరాలలో, అంటే ఆదిమజీవులు ఏర్పడిన నాటినుండి నేటివరకు, కోట్లాది జంతువృక్షజాలాలు పుట్టి, పెరిగి, నశించి నాయి. అట్టి జీవరాసుల ఉనికిని, చరిత్రలను గురించి తెలుసుకోవడానికి శిలాజాలు తప్ప మరో విధమైన ఆధారములు లేవు.

### 2. భౌమ సంబంధ పనునశ్శలు

శిలాజాల నుపయోగించి భూపటలంలోని రాతి పొరలను వాటి వయఃక్రమంలో నిర్ణయించ వచ్చును. ప్రపంచంలో వివిధ ఖండాల్లో ఉన్న శిలాస్తరాల సహసంబంధాలను నిర్ణయించ వచ్చును. దక్షిణ అమెరికా, దక్షిణ ఆఫ్రికా, ఇండియా, ఆస్ట్రేలియా, అంటార్కిటికాల్లో ప్రాథమిక జీవ మహాయుగపు శిలాస్తరాలలో ఒకే రకమైన శిలా జాలు కనబడ్డాయి. దీనిని బట్టి ఆ యుగంలో ఈ భూభాగాలన్ని కలిసిగాని సన్నిహితంగా గాని ఉండి ఉండవలెనని, తరువాత కాలంలో ఈ ఖండభాగాలు చలించి ఒకదాని కొకటి దూరమై పోయాయని గ్రహించ వచ్చు.

పెట్రోలియమ్, నేలబొగ్గు, సున్నపురాయి, సీసము, తుత్తునాగము మొదలైన ఖనిజ నిక్షేపాలు అవశేష శిలలలో దొరుకుతాయి. అట్టి అవశేష

శిలలలో ఉన్న శిలాజాల పరిశీలన మూలంగా కొత్త ఖనిజ నిక్షేపాలను కనుగొన వచ్చును.

### సూచిక శిలాజాలు

ప్రస్తుతం శిలాజంగా కనబడే జీవి, భూత భౌమ కాలంలో ఒక నిశ్చిత కాలవ్యవధిలో జీవించి వుండేది. అందువల్ల ఆ జీవి అవశేషాలను భద్ర పరచిన శిలల కాలాన్ని వయస్సును, స్తరాత్మక స్థానాన్ని నిర్ణయించ వచ్చును. “ప్రతి ముఖ్యమైన జీవ మహాయుగ భాగానికి నిర్దిష్టమైన వృక్ష, జంతు సముదాయాలు పరిమితమై ఉన్నాయి” అనే విషయం విలియమ్ స్మిత్ మొదలైన శాస్త్రజ్ఞుల కృషివల్ల తెలిసింది. పరిమిత కాలంలో విశేష భౌగోళిక వ్యాప్తిచెంది, భౌమకాలంలో శిలల స్తరాత్మక స్థానాన్ని నిర్ణయించడానికి ఉపయోగ పడే శిలాజాలను సూచిక శిలాజాలంటారు.

### జీవ పరిణామం :

జీవ పరిణామ సిద్ధాంతానికి అతి ముఖ్యమైన సాక్ష్యము శిలాజాల వల్ల లభించింది. ఆదిమ అక శేరుక జంతువులు కేంబ్రియన్ యుగంలో పుట్టి, తరువాత యుగాల్లో వివిధ విధాలుగా పరిణామం చెందినాయని శిలాజాలు నిరూపిస్తాయి. సకశేరుక జంతువులు ప్రథమంగా సైలారియన్ యుగంలో అవతరించినాయని, తరువాత యుగాల్లో దవడలతో కూడిన చేపలు, ఉభయచరాలు, సరీసృపాలు, పక్షులు, క్షీరదాలు ఒకదాని తరువాత మరొకటి ఆవిర్భవించినాయని శిలాజాల మూలంగా తెలుస్తుంది. భూజీవన వృక్షాలు మొదటగా డీవోనియన్ యుగంలో ప్రారంభమైనాయని మెసోజోయిక్ మహాయుగంలో సూర్యకార వృక్షాల అదవులు ఎక్కువగా ఉండినాయని, క్రిటేషియన్ యుగంలో పుష్పిత వృక్షాలు మొదటగా పుట్టినాయని, ఆధునిక వృక్షాలన్ని సెనోజోయిక్ జీవ మహాయుగంలో ప్రారంభమైనాయని శిలాజాల మూలంగా విశదమౌతుంది.

శిలాజాలను చూడదగ్గ స్థలాలు :

ఇండియాదేశంలో ఆవశేష శిలలున్న పలు ప్రాంతాలలో వివిధరకాల శిలాజాలు దొరుకుతాయి. రాజమండ్రికి సమీపంలోని కాడేరుగ్రామ సమీపంలోను, పశ్చిమ గోదావరి జిల్లాలోని దుద్దుకూరు గ్రామ సమీపంలోను, ప్రకాశంజిల్లాలోని బూదవాడ, వేమవరం గ్రామ ప్రాంతాలలోను, శిలాజాలు దొరుకుతాయి. తమిళనాడులోని అరియలూరు పట్టణం చుట్టు ప్రాంతాలలో శిలాజాలు విరివిగా లభిస్తాయి. తిరుచిరపల్లి జిల్లాలోని సాతనూరు గ్రామ సమీపంలో సిలిసికరణం చెందిన ఒక

వృక్షాన్ని చూడవచ్చు.

వివిధ ప్రదేశాలనుండి సంగ్రహించి తెచ్చిన శిలాజాల సమూహాలను మ్యూజియమ్‌లలో చూడవచ్చు. కలకత్తాలో ఘన్న జియలాజికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియావారి మ్యూజియమ్‌లో వందలకొలదిగ ఉన్న శిలాజాలను చూడవచ్చు. అచట ఘన్న సివాలిక్ గేయరీలో పెద్ద పెద్ద సకశేరుక జంతువుల అస్థిపంజరాలను చూడవచ్చు. దేశంలోని వివిధ విశ్వవిద్యాలయాలలోను, భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర శాఖకు సంబంధించిన మ్యూజియమ్‌లలోను కూడా శిలాజాల సంగ్రహాలను చూడవచ్చు.

1. నైఋతీయా మంచు భూములలో దొరికిన ఊవామేమల్

1.2

2. సున్నపురాయిలో సిలిసికరణం చెందిన కర్పూరాలు

1.8

3. కర్పనపుర ద్వారా భద్రపరచబడిన ఆకులు

1.5

4. శిలలలో కచ్చర ముద్రలు

1.8

ఈ వైపటములను తెలుగు ఆకాడమీ ప్రచురణలలో చూడవచ్చును.

డా: యం. సుబ్బారావు

## 192. భౌమకాల మానము (Geological Time scale)

అనాదినుండి శాస్త్రజ్ఞులు తత్వవేత్తలు, ఎన్నో రకాలుగా కాలాన్ని నిర్వచించినారు. భూ విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులైతే భూమి గ్రహంగా ఏర్పడినప్పటి నుండి జరిగిన కాలాన్ని భాగాలుగా విభజించినారు. ఈ కాలాన్ని మిలియనుల (10లక్షలు) సంవత్సరాలలో లెక్కించాలని భూ విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనడం, విజ్ఞాన శాస్త్రంలో కనుగొనబడిన మహత్తరమైన అన్వేషణల స్థాయికి చెందిందనవచ్చును.

గతంలో జరిగిన సంఘటల్ని కచ్చితంగా పంచాంగంలోవలె నిర్ణయించి వాటి కాలాన్ని తెలుపటం భూవిజ్ఞాన శాస్త్రంలో వీలకాదు. అయినప్పటికీ, భూమిపైనున్న ఆవశేష శిలలలోని శిలాజాలు, కొంతకాలం క్రితం జీవించిన జీవరాసులని తెలుసుకోవచ్చు. ఈ శతాబ్దంలో కలిగిన శాస్త్రీయ,

సాంకేతికాభివృద్ధి ఆధారంగా భూవిజ్ఞాన చరిత్రలోని కాలాన్ని, కొంతవరకు కచ్చితంగా కొలవడానికి నూతన పద్ధతులు ఏర్పడినాయి. ఈ పద్ధతుల ద్వారా శిలల నిరపేక్షిత వయస్సును కనుగొనవచ్చును. కాని, ఈ పద్ధతుల ననుసరించ లేకపోయినా, భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు భూచరిత్రలో జరిగిన ఘట్టాల వరుసక్రమాన్ని నిర్ణయించగలరు. ఈ పద్ధతిద్వారా సాపేక్షకాల పరిమాణాన్ని లెక్కగట్టవచ్చు.

భౌమకాలాన్ని కొలతవేయటానికి - శిలాజాల ద్వారా మాత్రమే కాకుండా-ఇటీవలనే వ్యాప్తిలోనికి వచ్చిన రేడియోధార్మిక పద్ధతి చాలా ఉపయోగంలో ఉంది. ఈ పద్ధతి ద్వారా నిరపేక్షిత వయస్సులను కనుగొనుటకు వీలవుతుంది. ఒక

మూలకం విచ్చిత్రిచెంది మరియొక మూలకంగా మారటమనే క్రియను సూత్రంగా గ్రహించి, రేడియో ధార్మిక పద్ధతిని రూపొందించారు. రేడియోధార్మిక మార్పులవల్ల భౌమకాల నిర్ణయంలో బాగా పనికి వచ్చే ముఖ్య మూలాలు :

యురేనియం నుండి సీసం,  
థోరియం నుండి సీసం,  
రుబీడియం నుండి స్ట్రాన్షియమ్,  
పొటాసియం నుండి ఆర్గాన్.

భౌమకాలం-భూమి పుట్టింది మొదలు ప్రస్తుత కాలం వరకు గల-ఒక బ్రహ్మాండమైన వ్యవధి. ఈ వ్యవధిని దాదాపు 5,500 మిలియనుల సంవత్సరాలని ఇటీవల జరిగిన శాస్త్రపరిశోధనల ద్వారా అంచనా వేసినారు. ఎలాగైతే మానవ చరిత్రలో గత కొన్ని సంవత్సరాలలో జరిగిన ముఖ్యసంఘటనలను చరిత్రకారులు వర్ణించినారో, అలాగే గత 5,500 మిలియను సంవత్సరాలలో భూమి చరిత్రలో

జరిగిన సంఘటనలను భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు పరీక్ష చేసి, కనుగొని, భౌమచరిత్రలో వ్రాసినారు. భౌమ చరిత్ర చివరిదశలో జరిగిన ప్రాముఖ్యమైన సంఘటన మానవుని రాకడ. మానవుని కంటే ముందుగా ఆదిమ జీవరాసులు, వృక్షాలు, జంతువులు, ఉండేవని శిలాజాల నాధారంగా తెలుసుకున్నారు. కాని, ఈ జీవరాసులు కూడా బహుశ గత 1000 మిలియనుల సంవత్సరాల నుండే ఉన్నవని, అంతకు పూర్వం జరిగిన సంఘటనలను భూమిలో కలిగిన విరుప కారక మార్పులను బట్టి నిర్ణయించి భౌమకాలాన్ని వేర్వేరు యుగాలుగా విభజించినారు.

### భౌమకాలమాన వర్గీకరణ

భౌమకాలాన్ని 5 మహాయుగాలుగా విభజించినారు. ఒక్కొక్క మహాయుగాన్ని, కొన్నియుగాలుగా విభజించినారు. క్రింది పట్టికలో ఒక్కొక్క యుగంలోని జీవరాసులలో కలిగిన మార్పుల సంఘటనలు, వాటి కాలవ్యవధి విరివివబడినవి.

మహాయుగము	యుగము	కాలము	జీవరాసుల చరిత్రలోని ముఖ్య సంఘటనలు.
పెనోజోయిక్ మహాయుగము (Cenozoic)	క్వాటెర్నరీ Quaternary	ఇటీవలి (10,000)	ఆదిమానవుడు, ఆధునిక గుఱ్ఱం అమెరికాలో పరిణామమగుట.
		ప్లీస్టోసేన్ (1,000, 000-2,000,000)	
	టెర్షియరీ (Tertiary)	ప్లయోసేన్ (11, 000, 000)	మృగాల పరిణామము
		మయోసీన్ (25,000, 000)	"
		ఓలిగోసీన్ (40,000,000)	మొదటి ఏనుగులు.
		ఇయోసీన్ (60, 000. 000)	మొదటిగుఱ్ఱం, ఖడ్గమృగం, ఒంటెలు.
		పేలియోసీన్ (70,000,000)	మొదటి వానర సంతతి.

మిసోజోయిక్ మహాయుగము (Mesozoic)	క్రిటేషియన్ (195,000,000)	డైనోసార్ల వివక్షనం, పుష్పించే వృక్షాల పరిణామం.
	జురాసిక్ (180,000,000)	మొదటి పక్షులు, జంతువులు, డైనోసార్లు అధికంగా జీవించడం.
	ట్రయాసిక్ (225,000,000)	"
పేలియోజోయిక్ మహాయుగము (Paleozoic)	పర్మియన్ (270,000,000)	జంతువులాంటి సరీసృపాలు.
	పెన్సిల్వేనియన్ (305,000,000)	మొదటి సరీసృపాలు, చాలా పెద్ద క్రిమి కీటకాలు.
	మిసిసిపియన్ (350,000,000)	
	డెవోనియన్ (400,000,000)	మొదటి ఉభయ జీవులు ఫార్మ్ చేపలు మొదటి అడవులు, డ్రైలోబైట్లు.
	సైలూరియన్ (440,000,000)	గాలిపీల్చు మొదటి జంతువులు, భూమిపై జీవించే మొదటి వృక్షాలు
	ఆర్థోవిసియన్ (500,000,000)	డ్రైలోబైట్లు అధికంగా విస్తరించుట- మొదటి చేపలు
	కేంబ్రియన్ (600,000,000)	సముద్రంలో మొదటి అకశేరుక జీవులు పరిణమించుట.
అదిమజీవ మహాయుగం (Proterozoic)	(2,500,000,000)	మొదటి అకశేరుక జీవులు (1,200,000,000)
ఆర్కెయిన్ మహాయుగము (Archeozoic)	(4,500,000,000)	మొదటి సముద్ర వృక్షాలు (కైవలాలు) (3,200,000,000)

# 193. భూమి అంతర్నిర్మాణము (Internal Constitution of The Earth)

మానవుని శాస్త్రపరిజ్ఞానము అతని ప్రకృత్య వగాహనా పరిధిని సువిస్తృతము గావించినది; వియత్నమున విశ్వవిశ్వాంతరాళ రహస్యములనేకములను గ్రహించినాడు. కాని తన కాలిక్రింద భూమిలో కేవలము కొన్నివందల అడుగుల లోతునకు మించి యేమున్నదో స్పష్టముగ తెలియలేకున్నాడు. మానవుని జీవితావసరములు, శాస్త్రీయావసరములు, సర్వము తల్లిభూమిలో నుండగా ఆమెను విడచి ఆకాశములో పైపైకి ఎగురుట ఆశ్చర్యకరముగా యున్నది.

భూమిలోని నాలుగైదు మైళ్ళలోతువరకు గల పదార్థమును మాత్రమే చేతితో స్పృశించి కంటితో వీక్షింపగలము. కాని ఉపరితలమునుండి 4000 మైళ్ళలోతున ఉన్న భూకేంద్రము నందున్న పదార్థమును, మన మేధావశుచే చూడగలదు, ఈ విషయమందు ఖగోళ శాస్త్రమునకు భూరసాయన శాస్త్రమునకు, శిలాశాస్త్రమునకు, భూతత్వ శాస్త్రమునకు, భూభౌతిక శాస్త్రమునకు సంబంధించిన సమాచారమునకు కొరత యేమియులేదు; కాని భూమ్యంతర్గత పరిస్థితులన్నియు మన సాధారణ అనుభవములకు విభిన్నములగుటచే పలువురు శాస్త్రజ్ఞులు ఒక నిశ్చితాభిప్రాయమునకు రాజాలకున్నారు.

భూగర్భమును పరిశీలించుటకు శాస్త్రజ్ఞులకు ముఖ్యసాధనములు మిక్కిలి భయానకములైన భూకంపములే. ఒక భూకంప మెచ్చటనేని సంభవించిన, దానినుండి రెండువిధములగు స్థితిస్థాపక తరంగములు వ్యాపించును. వీనిని భూమ్యుపరితలమున వివిధ ప్రదేశములలో యంత్ర సహాయ

మున గ్రహింప వచ్చును. ఈ రెండు స్థితిస్థాపక తరంగముల సంకలన తరంగముల, కృంతన తరంగముల (P- waves and s-waves) వేగముల పరిశీలన భూమిలో నున్న పదార్థముల స్థితిస్థాపక లక్షణములను తెలియ జేయుటయే గాక, ఆ స్థితి స్థాపక లక్షణములు మార్పుచెందెడు హద్దుల లోతులను తెలియజేయగలవు. ఈహద్దులు- అంతస్థములయిన పదార్థముల సంఘటన మార్పు (composition change), స్థితిమార్పు (phase change), భౌతిక మార్పు (physical phase change) జరుగు తలములందు సంభవించును. స్థితిస్థాపక తరంగములు, భూమిలోపల ఎదుర్కొను మొదటి పరావర్తక తలము, మట్టిపొర (crust), బాహ్యవరణము (Mantle) ల మధ్య గలది. దీనిని కనుగొనిన శాస్త్రజ్ఞుని పేరుపై “మొహోరవిసిక్ అవాంతరము” (Mohorvicic discontinuity) అని పిలిచెదరు. ఇది ఖండముల క్రింద సుమారు 35-40 కిలో మీటర్ల లోతున సంభవించును. కృంతన తరంగములు (shear waves) భూమిలో సుమారు 2900కిలో మీటర్లలోతునందు సంపూర్ణముగ అదృశ్యమగును. కావున అంతకు క్రింద నున్న పదార్థము స్థిరత్వములేని ద్రవమని ఊహింప బడుచున్నది. ఈ బహిర్భాగవరణమునకు, అంతర్భాగ కేంద్రము (core) నకు మధ్యగల అవాంతరమును గుటెన్ బర్గ్ (Gutenberg) పేరున పిల్చెదరు. ఇంతియేకాక అంతర్భాగ కేంద్రమునుండి సంపూర్ణముగ ప్రసారితములై వచ్చిన సంకలన తరంగముల పరిశీలనచే అంతర్భాగ కేంద్రక మధ్యమున, ఉపరితలము నుండి సుమారు 5,000 కిమీ. లోతున అంతర్భాగ కేంద్రకము మనస్థితిలో ఉండునని ఊహించబడుచున్నది.

ఖగోళ, భూగోళ శాస్త్రాధారముల వలన భూమి సగటు సాంద్రత 5.52 ఉండునని కనిపెట్టబడినది. కాని పైనుండు శిలాభాగ సాంద్రత కేవలము మూడు మాత్రమే యగుటచే, భూమిలోనికి పోవు చున్న కొలది, సాంద్రత పెరుగునని తలంచబడుచున్నది. భూభ్రమణశక్తినుండి జనించు జత వేగమును (Moment of inertia) గణించుటచే, ఉపరిభాగము కంటే కేంద్రముననే అధిక సాంద్రత యుండునని చాలాకాలం క్రిందటనే స్పష్టమయినది. ఉల్కలలోని సంఘటనలను బట్టి దానా, విచర్డ్ అనువారలు అధిక సాంద్రతగల మధ్యభాగము అల్ప సాంద్రతగల ఉపరిభాగముచే ఆవరింపబడి యున్నదని విశ్వసించగలిగిరి. అవి భిన్నమగు రెండు ముఖ్య పదార్థములచే ఏర్పడియుండవచ్చును. అవి సైక తీయములు (Silicates), ఇనుప ఖనిజములు కావచ్చును. భూమిలోతునకు పోవుచున్న కొలది ఉష్ణత అధికమగుచుండును. ఉష్ణోగ్రతా భేదక్రమము (Temperature gradient) ఏకరీతిగా నున్నచో భూకేంద్రము నందు సుమారు  $200000^{\circ}$  సెం. ఉష్ణత యుండునని ఊహింప వచ్చును. భూమధ్యంతరోష్ణత (Thermal state of the Earth) అనేక తరంగములపై ఆధారపడి యుండును. అధునిక పరిశోధనలలో రక్త్యుద్గారక పదార్థములు (Radio-active materials) యిట్టి ఉష్ణజనకములుగ నిర్ణయింప బడినవి. భూమ్యంతరమున ఈ పదార్థము లెట్లు పంచబడి యున్నవో స్పష్టముగా తెలియదు. ఇంటియేకాక భూసంభవ పరిణామ చరిత్రాంశముల ననుసరించి భూమి ప్రస్తుతము సగటున ఉష్ణతరమగుచున్నదో, ఉష్ణతను కోల్పోవుచున్నదో నిర్ణయింపవలెను. ఈ విషయమున శాస్త్రజ్ఞులు వివిధాభిప్రాయములు కలిగి యున్నారు. భూమ్యంతర్యాగములందు ఉష్ణోగ్రతాధిక్యమేగాక మహోత్తర పీడనాశక్తియు యుండును. భూకేంద్రమున  $200000^{\circ}$  C ఉష్ణోగ్రతతో పాటు

చ॥ అ॥ 1 కి 2,000,000 టన్నుల పీడనము కూడా ఉండును. ఇంతటి పీడనాశక్తి వలన పదార్థములు అధికతర ఉష్ణోగ్రతల యందు కూడా ఘన తత్వమును కోల్పోకపోవచ్చును. అంతియేకాక భూమ్యంతరమున కొంతలోతున ఉష్ణోగ్రతా భేదక్రమము తిరుగబడునను వాదనచే భూకేంద్రమున ఊహింపబడిన దానికన్న తక్కువ ఉష్ణత యుండవచ్చును. ఆ కారణమున భూకేంద్రమున ఘన పదార్థముగాని, ఘనతక్షణములు గలద్రవముగాని ఉండియుండ వచ్చును.

భూమి ఒక మహదయస్కాంతము. ఈ అయస్కాంత తత్వమునకు కారణము ముఖ్యముగా భూమ్యంతరముననే కలదని కనుగొనబడినది. భూమ్యంతరమున నున్న కొలది అయస్కాంత పదార్థాల వలన భూఅయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడుట సరికుదురదు గావునను, భూమిలో కొలదిలోతుననే పదార్థములన్నియు అయస్కాంత తత్వమును కోల్పోవుటకు సరిపడు ఉష్ణత యుండుట చేతను, భూమ్యంతరమున అయస్కాంత తత్వజనకమైన విధాన మేదియో సాగుచుండ వలెనని అనుమానింప బడినది. భూకేంద్రమునున్న ఇనుము ఈ అయస్కాంత తత్వమునకు కారణమని అనుకొందమనిన, బ్లాకేడ్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు అధిక ఉద్దీపనము (charged) నొందియున్న పరిసరములందు అంతర్భాగ కేంద్రకము (core) తన ఇరుసుమీద భ్రమించుచున్నప్పటికి, ద్రవస్థితి యందున్న దగుటచే అయస్కాంత తత్వమును కలిగియుండదని తెలిపినాడు. భూమియొక్కయు, సూర్యుని యొక్కయు, నక్షత్రము యొక్కయు, అయస్కాంతక బిభ్రమిష వాటి కోణీయ గతిభారము (Angular-Momentum) నకు అనుపాత సామ్యము (proportionate) లో ఉండునట్లుకనుక భ్రమించు ద్రవ్యరాశితన, చుట్టూ ఒక సామాన్యాయస్కాంత క్షేత్రమును కలిగియుండును. బులార్డు మహాళ



యుడు కేంద్రకమున కుండు ద్రవచలనము (Hydrodynamical Motion) ను లెక్కలోనికి తీసుకొని ఆ కేంద్రమే భౌమాయస్కాంత ధర్మమునకు మూలమని బలపరిచెను. తదుపరి కాస్త్ర పరిశీలనముల వలన భూమి యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రము, భూమ్యంతర్భాగమున వ్యాపించియుండు విద్యుత్ప్రవాహముల ఫలితమని తెలియుచున్నది. ద్రవచలనపు కదలిక (Hydrodynamical

motion) వలన బహుశః ఈ ప్రవాహములు అత్యున్నములై యుండును. భూమియొక్క మిక్కిలి ఉపరితలమున నుండు కొలది దళకముల కిరో పీటర్ల లోతయిన భాగమే మట్టిపొర (crust) అని సామాన్యముగ పిలువబడుచున్నది. ఇంత కన్న క్రిందిభాగములో తీవ్ర భూకంప వేగముల వలన తెలియబడు ఒక విధమగు శీలలు (ultramafics) గణించదగినవి.

భూ స్తరముల రీతి

పొర	ల. తు కి. మీ.	వ్యాసార్థము కి.మీ.	మనపరిమాణములో భాగము	1 (25 గ్రాము లలో ద్రవ్య రాశి	మొత్తం ద్రవ్య రాశిలో వంతు	బహిర్భాగావర ణపు ద్రవ్య రాశిలో శాతము
మట్టి (crust) A	0 33	6371 6388	0.0155	5	0.008	0.01
బహిర్భాగా B	418	5958	0.1667	62	0.104	
వరణము C	984	5387	0.2131	98	0.164	
(Mantle) D	2898	3473	0.4428	245	0.140	
అంతర్భాగ E	4982	1389	0.1516	188	0.315	
కేంద్రకము F	5121	1250	0.0028			
(core) G			0.0076			
మొత్తము				598.		

ఉల్కా నిర్మాణ సాదృశ్యముతో భూకేంద్రమును ఆయోధరితముగ తలచుట నిరసింపబడుచున్నది. భూకేంద్రమున నుండు ఇనుము తూధాదజని (Metallic Hydrogen) తో సహా కొన్ని శేలిక మూలకములతో మిశ్రితమయి ఉండవచ్చును. మొదట సృష్టిక స్థితిలో నుండు ఇనుప కేంద్రకమును, దానిపైన ద్రవస్థితిలో యుండు ఇనుము, దానిపై బహిర్భాగావరణము కలిసి ఒక నిజమగు ఉష్ణ వ్యవస్థాపకము (Thermostat) గా అమరియుండును. ఇది ఉదాయస్కాంతిక సిద్ధాంతముల (Hydromagnetics) తో సంబంధించి యున్నది.

ఈ చేయబడిన నిర్ణయములన్నియు పరోక్ష నిదర్శనాధారితములే గావున అనుమానాస్పదములగు చున్నవి భూమ్యంతరముననున్న వివిధ విభాగముల భౌతికస్థితులు, వాని ఉష్ణ భేదముల ఆయా విభాగముల పదార్థ చలనములపై ఆధారపడి యుండును. ఆ చలనముల ననుసరించి భూమ్యుపరితలమున భౌగోళిక విశేషములనేకములు కలుగుచున్నవి; కావున భూమి అంతఃస్థితిని తెలిసికొనిన గాని అనేకములైన ప్రశ్నలకు సమాధానములు లభింపవు.

## 194. భారత దేశంలోని శిలా విన్యాసాలు

భారతదేశంలో వివిధ శిలాస్తరాల విస్తరణ, ఆయా ప్రాంతాల భౌమ చరిత్ర (Geological History) పై ఆధారపడి ఉంది. భారత ద్వీప కల్పంలోని ద్వీపకల్ప కవచం (Peninsular Shield) సింధు-గంగా మైదానం (Indo-Gangetic plain), ద్వీపకల్ప బాహ్యప్రాంతం, (Extra peninsula) అనబడే మూడు నైసర్గిక స్వరూపాలు ఆయా ప్రాంతాలలోని భౌమ స్తరాల ప్రకృతికి ప్రతిబింబంగా ఉన్నాయి.

ద్వీపకల్ప కవచంలో చాలా పురాతనమైన ప్రాక్ కేంబ్రియన్ (Precambrian) వ్యవస్థకు చెందిన శిలావిన్యాసాలు ఉన్నాయి. అతిప్రాచీనమైన శిలలు భౌమశక్తుల ప్రభావంవల్ల రూపాంతరప్రాప్తి చెందగా నైన్, షిస్ట్ల వంటి శిలలతో ఈ శిలావిన్యాసాలు ఏర్పడినాయి. ఇట్టి అతిప్రాచీనమైన శిలలతో ఆక్రమితమైన భూభాగాన్ని కవచం (Shield) అన్నారు.

ప్రాక్ కేంబ్రియన్ శిలాసముదాయాలలో సుమారు 800 మిలియన్ సంవత్సరాలకు పూర్వం ఏర్పడ్డ శిలావ్యవస్థలు ఉన్నాయి. ఈ వ్యవస్థ కాల వ్యవధి చాల ఎక్కువ కావడంవల్ల దీనిని ఆర్క్చియన్, ప్రోటోరోజ్జోయిక్ అనే రెండు భాగాలుగా చేశారు. ఆర్క్చియన్ మహాయుగం సుమారు 4000 మిలియన్ సంవత్సరాలకు పూర్వం, ప్రోటోరోజ్జోయిక్ యుగం సుమారు 2500 మిలియన్ సంవత్సరాలకు క్రితం ప్రారంభమై ఉండవచ్చు.

ఆర్క్చియన్ శిలలు భారత ద్వీపకల్పంలో మూడింట రెండువంతులు విస్తరించి ఉన్నాయి. ఇవి కన్యాకుమారి నుండి కర్ణాటక, ఆంధ్రప్రదేశ్, మధ్య ప్రదేశ్, బీహారు రాష్ట్రాల ద్వారా బహుళా గంగా-

బ్రహ్మపుత్రా ఒండలి క్రిందినుండి అస్సాం పీఠభూమి వరకు, దక్కన్ ట్రాప్ కిందగా గుజరాత్ రాజస్థాన్ ప్రాంతాల వరకు విస్తరించి ఉన్నాయి. ద్వీపకల్ప బాహ్య ప్రాంతంలో ఆర్క్చియన్ లు లఘుహిమాలయ మండలంలో కూడా కనిపిస్తాయి.

ఆర్క్చియన్ సముదాయంలో ధార్వార్, ఆరా షశీ వ్యవస్థలకు వివిధ నైన్లకు, గ్రానైట్లకు, చెందిన శిలావిన్యాసాలు ఉన్నాయి. అగ్ని అవశేష శిలలరకాలు రూపాంతర ప్రాప్తిచెంది షిస్ట్లుగా మారాయి. వీటిని ధార్వార్ వ్యవస్థకు చెందిన శిలలుగా పరిగణించారు.

వీటిలో హార్నబ్లెండ్, క్లోరైట్, టార్గ్, గార్నెట్, స్టోరొలైట్, కయనైట్, సిల్లిమనైట్, షిస్ట్లు, ఆంఫిబోలైట్లు, సర్పెంటైన్లు, క్వార్ట్జైట్లు, క్వార్ట్జ్ - మాగ్నెటైట్ - హేమటైట్లు, గ్రాన్యులైట్లు, వివిధ రకాల నైస్లు ఉన్నాయి. బూడిద రంగు మైకానైస్లు, కోలార్ షిస్ట్ మేరల తూర్పుకొనలో ఉన్నాయి. వీటిని చాంపియన్ నైస్లు అంటారు. దక్షిణ భారత దేశంలో అనేక ప్రాంతాలలో కనిపించే నైసిక్ శిలలను, పెనిన్సులార్ నైస్లు అంటారు. ఇవి షిస్టోజ్ శిలలు; గ్రనైటికరణ చెందడంవల్ల ఏర్పడినవి కావచ్చు. వీటిలో గ్రానైట్, గ్రానోడయోరైట్, ఎడమలైట్, డయోరైట్, మోనోక్లైట్ మొదలైనవి ఉన్నాయి. మద్రాసు సమీపంలోని పల్లవరం, నీలగిరి, షెవరాయ్ కొండలలో చార్నోక్లైట్లు ఉన్నాయి. చార్నోక్లైట్లలో హైపర్ స్థీన్ సర్వసాధారణ ఖనిజం. కలకత్తా నగరాన్ని నిర్మించిన జాబ్ చార్నాక్ సమాధిని ఈ శిలలతో నిర్మించటం గుర్తించి, ఈ రకం శిలలకు చార్నో

కైట్ అని సర్ థామస్ హాలెండ్ 1891 లో నామకరణం చేశాడు. విజయవాడ - కటక్ ల మధ్య ఉన్న తూర్పు కనుమల కొండల వరుసలో నైన్లు, చార్నొకైట్లు, గోండ్లైట్లు ఉన్నాయి. ఈ ప్రాంతంలోనే కోడోరైట్లు అనబడేవి ఉన్నాయి. ఇవి మాంగనీసు భరిత అవక్షేప శిలలు. కొన్ని అగ్నిశిలలు కలసిండువల్ల ఏర్పడినాయి. తూర్పు కనుమలలో గోదావరీ లోయప్రాంతంలో కోరండమ్ సయనైట్లు దొరుకుతాయి. జయపూర్ - బస్తర్ ప్రాంతంలోను, రక్షిణ బీహారులోని సింగభూమ్ ప్రాంతంలోను ఇనుప ధాతుశ్రేణులు ఉన్నాయి. మహారాష్ట్ర, మధ్యప్రదేశ్ లలో మాంగనీసు లభించే ప్రాంతాలలో గోండ్లైట్ అనే శిలలు ఉన్నాయి. ఇది సాసర్ శ్రేణిలో అంతర్భాగం. సింగభూమ్ రాగిమేఖలలోని షేల్లు, అగ్నిపర్వత శిలలు రూపాంతర ప్రాప్తిచెంది, మిగ్నమైట్లుగా మారాయి. రాజస్థాన్ ప్రాంతంలో బుండేల్ ఖండ్ నైన్లు, ఆరావళి వ్యవస్థకు చెందిన వివిధ నైన్లు, షిస్ట్లు ఉన్నాయి.

ఆర్కియన్ మహాయుగం తరువాతి కాలంలో భారతద్వీపకల్పంలో ఎన్నో హరివాణాలు(Basins) ఏర్పడినాయి. అందులో కడప, వింధ్యన్ హరివాణాలు ముఖ్యమైనవి. వీటిలో నిక్షేపితమైన అవక్షేప శిలావిన్యాసాలను కడప లేదా ఢిల్లీ వ్యవస్థ అని అంటారు. ఈ వ్యవస్థలను పురాణాలు లేదా పురాణశిలా విన్యాసాలు అంటారు. కడప వ్యవస్థ శిలలు క్రమక్షయం చెందిన ఆర్కియన్, ధార్వార్ శిలలపైన నిక్షేపితమైనాయి.

కడప వ్యవస్థకు తుల్యమైన శిలావిన్యాసాలు ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని కడప పాఖాల్లు, కర్నాటకలోని కర్ణాట్లీ భీమాలు, మధ్యప్రదేశ్ ఒరిస్సాలలోని రాయపూర్ ఛతినీఫుర్లు. కడప ఛతినీఫుర్ హరివాణాలు ఆర్ధదండ్రాకారంలో ఉన్నాయి. ఇవి

భూసంబంధమైన అలజడులకు గురియైన వశితాల (folds)తోను, భ్రంశాల(faults)తోను ఉన్నాయి.

కడప, కర్నూల్ జిల్లాలలో కడప వ్యవస్థ శిలలు అధికంగా వ్యాపించి ఉన్నాయి. ఈ వ్యవస్థకు చెందిన శిలలు కొన్ని ప్రాంతాలలో 3000-4000 మీటర్ల మందంతో ఉన్నాయి. ఈ వ్యవస్థలో క్వార్ట్జైట్లు షేల్లు, సున్నపురాళ్లు సర్వసాధారణమైన శిలావిన్యాసాలు. ఇవి కొంతవరకు రూపాంతర ప్రాప్తి చెందాయి. కడప వ్యవస్థ క్రింది శ్రేణులలో అగ్నిశిలలైన డైక్లు, సీట్లు, అంతర్గమమై ఉన్నాయి. ఈ వ్యవస్థలోని అతిపురాతనమైన శిలలు దాదాపు 1,500 మిలియన్ సంవత్సరాల పూర్వం ఏర్పడినాయి.

కడప శిలావిన్యాసాలు ఉత్థితమై క్రమక్షయానికి లోనైనాయి. కొన్ని మిలియన్ల సంవత్సరాల తదుపరి వింధ్యన్ వ్యవస్థకు చెందిన శిలావిన్యాసాలు, వింధ్యన్, కర్నూల్, భీమా హరివాణాలలో ఏర్పడినాయి. ఈ విన్యాసాలలో ఇసుక శిలలు, సున్నపు రాళ్లు, షేల్లు ఉన్నాయి. వింధ్య పర్వతాలలోను, బుండేల్ ఖండ్, మాల్యా, చితోర్ ఘర్, ఆగ్రా, గ్వాలియర్ ప్రాంతాలలోను ఇవి విస్తరించినాయి. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో కుందేరులోయ, పల్నాడిసీమ ప్రాంతాలలో వింధ్యన్ శిలలకు తుల్యమైన శిలా విన్యాసాలు ఉన్నాయి. కర్నాటకలోని గుల్బర్గా, బీజపూర్ జిల్లాలలోని అవక్షేప శిలావిన్యాసాలైన భీమాలు, వింధ్యన్ లకు తుల్యమైనవే.

ప్రాక్ కేంబ్రియన్ మహాయుగానంతరం పేలియోజోయిక్ మహాయుగంలో, ఏర్పడ్డ శిలాసముదాయాలను కేంబ్రియన్, ఆర్థోషిషియన్, సైలూరియన్, డెవోనియన్, కార్బనిఫెరస్, పర్మియన్ వ్యవస్థలుగా వర్గీకరించారు. ఈ మహాయుగ ప్రమాణం సుమారు 380 మిలియన్ సంవత్సరములు. ఈ మహాయుగానికి చెందిన వివిధ వ్యవస్థల శిలావిన్యాసాలు

సాలు ద్వీపకల్ప బాహ్య ప్రాంతంలోని స్పిరి, కాశ్మీరు, కుమాన్ లలో ఉన్నాయి. ద్వీపకల్పంలో ఎగువ కార్పానిఫెరస్, ఫర్మియన్ శిలావిన్యాసాలు మాత్రమే ఉన్నాయి.

ఎగువ కార్పానిఫెరస్ కాలంలో ప్రపంచ వ్యాప్తంగా విక్షోభాలు సంభవించాయి. తత్ఫలితంగా అంగారా, గోండ్ వానా అనబడే ఉత్తర దక్షిణ గోళాలుగా భూమి విభజింప బడింది. గోండ్ వానా భూమిలో భారత ద్వీపకల్పం, ఆస్ట్రేలియా, దక్షిణ అమెరికా, అంటార్కిటికా, దక్షిణ ఆఫ్రికా, మడ గాస్కర్లు కలసి ఉండేవి అని, శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయం. ఈ గోండ్ వానా భూమి మెసోజోయిక్ మహాయుగంలోని జురాసిక్ వరకు ఉంది. ఈ భూమిపైన ఎగువ కార్పానిఫెరస్ నుంచి జురాసిక్ వరకు ఒకేవిధమైన శీతోష్ణస్థితి ఉండినది. నదీకృత, సరోవర సంబంధమైన అవశేషాలు వివిధ హరి వాణాలలో నిక్షేపితమైనాయి. ఈ అవశేష శిలా విన్యాసాలను గోండ్ వానా వ్యవస్థ అన్నారు. ఇవి కొన్ని డ్రోజులు (troughs)లో నిక్షేపితమైనాయి. ఇట్టి డ్రోజులలో దామోచర్-సోన్-నర్మదాలోయ్, వార్ధా - గోదావరిలోయ్, మహానదీలోయ్ ముఖ్యమైనవి. వీటిలో ఇసుకరాళ్ళు, షేల్ లు, బొగ్గు పొరలు ఏర్పడినాయి. ఇవి 8000 - 9000 మీటర్ల మందంవరకు ఉన్నాయి. వీటిని రెండు భాగాలుగా పరిశీలించవచ్చును. క్రిందిభాగంలోని బొగ్గు పొరలు మన దేశంలోని బొగ్గు ఉత్పత్తికి ముఖ్యాధారము, బొగ్గుపొరలు దామోచా వ్యవస్థలోని బరాకర్, రాజి గంజ్ శ్రేణులలో అధికంగా ఉన్నాయి. ఇవి పెర్మియన్ యుగంలో ఏర్పడినాయి. వీటి క్రింద ఎగువ కార్పానిఫెరస్ కు చెందిన తాల్చీర్ శ్రేణి వుంది. ఇందులోని కింది స్తరాల్లో గోళశిలలు, గులకరాళ్ళు, శిలాఖండాలు, జంబాల మిశ్రితమై ఉన్నాయి. ఇవి హిమానీనద వాతావరణాన్ని సూచిస్తాయి. క్రమేణా శుష్క వాతావరణ పరిస్థితు

లేర్పడి వృక్షసంపద పెరిగి బొగ్గుగా దామోచా వ్యవస్థలో జాగృతీకరమైనది.

దామోచా వ్యవస్థపై ట్రయాసిక్, జురాసిక్ వ్యవస్థలకు చెందిన పంచెట్, మహాదేవ, రాజమహల్, జబల్ పూర్ శ్రేణులు ఉన్నాయి. బీహారు, పశ్చిమ బెంగాల్ సరిహద్దులలోని రాజమహల్ కొండలలో రాజమహల్ శ్రేణికి చెందిన బసాల్ట్ లావా సుస్తాలు ఉన్నాయి. రాజమండ్రి - విజయవాడ రహద్య తూర్పుతీరానికి సమాంతరంగా ఎగువ గోండ్వానా శిలావిన్యాసాలు వ్యాపించినాయి. ఇవి మహాదేవ, రాజమహల్ శ్రేణులకు తుల్యాలు. గుంటూరు, ప్రకాశం జిల్లాలలోను అక్కడక్కడ ఎగువ గోండ్వానా సుస్తరాలు విస్తరించినాయి.

ట్రయాసిక్, జురాసిక్, క్రిడేషియస్ వ్యవస్థలు మెసోజోయిక్ మహాయుగంలో ఏర్పడినాయి. వీటి ప్రమాణం సుమారు 120 మి.సం. ఈ వ్యవస్థలకు చెందిన సముద్ర సంబంధ నిక్షేపాలు భారత దేశంలో ఉన్నాయి. ట్రయాసిక్ విన్యాసాలు స్పిరి, కాశ్మీర్, కుమాయూన్ ప్రాంతాలలోను, జురాసిక్ సుస్తాలు స్పిరి, కాశ్మీర్, కచ్, జైసల్మీర్ ప్రాంతాలలోను ఉన్నాయి. క్రిడేషియస్ శిలలు హిమాలయాలలో విస్తారంగా ఉన్నాయి. నర్మదాలోయ్, అస్సాం, తిరుమరాపల్లి, దక్షిణ ఆర్కాట్, పుదుచ్చేరి ప్రాంతాలలో కూడా క్రిడేషియస్ సుస్తాలు ఉన్నాయి. ఇవన్నీ సముద్ర అతిక్రమణ వల్ల ఏర్పడిన శిలా విన్యాసాలే.

క్రిడేషియస్ ఉత్తరార్ధంలో మన దేశంలో చాలాచోట్ల, లావా ఉద్గతమై బల్లపరుపు పతే నిక్షేపితమైనది ఇవి బసాల్ట్ శిలలు. అందువల్ల వీటిని పీఠభూమి బసాల్ట్ లు అన్నారు. ఈ లావా ప్రవాహాలు దక్కన్ ప్రాంతంలో మెట్లపతే ఏర్పడటంవల్ల వీటిని దక్కన్ ట్రాప్ లు అని కూడా వ్యవహరిస్తారు.

దక్కన్ బ్రావు శిలలు మహారాష్ట్ర, గుజరాత్, మధ్య పదేశ్, రాజస్థాన్, ఆంధ్రప్రదేశ్, కర్నాటక రాష్ట్రాలలో వ్యాపించి ఉన్నాయి. మన రాష్ట్రంలో రంగారెడ్డి జిల్లాలోని వికారాబాద్, శంకరపల్లి ప్రాంతాలలోను, తూర్పుగోదావరి జిల్లాలోని రాజమండ్రి, కొవ్వూరు పరిసరాలలోను బ్రావులు ఉన్నాయి. బ్రావుల మధ్యలో అక్కడక్కడ స్వల్పమైన మండంతో కొన్ని సోపర సంబంధమైన లేదా నదీకృత అవశేష సంస్థాలు ఉన్నాయి. దక్కన్ బ్రావుల ఉద్భవం టర్షియరీ మహాయుగంలోని ఇయోసిన్ యుగాంతరంలో అంతమై ఉండవచ్చు.

మెసోజోయిక్ - టర్షియరీ మహాయుగాల మధ్య భూగోళం మీద అనేక మార్పులు వచ్చాయి. వీటిలో ఆల్పైన్ - హిమాలయ పర్వత శ్రేణుల ఉద్భవము, గోండ్వానా భూమి విచ్ఛిన్నం కావడము ముఖ్యమైనవి. అదే కాలంలో అగ్నిమయ క్రియ సంభవించి భారత ద్వీపకల్పంలో దక్కన్ బ్రావులు ఏర్పడినాయి.

టెర్షియరీ మహాయుగపు ప్రమాణం 60మి సం. ఈ కాలంలో ఇయోసిన్, అలిగోసిన్, మయోసిన్, ప్లియోసిన్ వ్యవస్థలు ఏర్పడినాయి. ఇవి ద్వీపకల్ప భాగ్యభాగంలో విరివిగా వ్యాపించినాయి. వీటిని హిమాలయా పర్వతాల వెంబడి సింధ్, కాశ్మీర్, అస్సాం ప్రాంతాలలో చూడవచ్చు. ఇవి

సముద్ర సంబంధమైన అవశేషాలతో ఉన్నాయి. మన దేశంలో దిగువ టర్షియరీవే, పెట్రోలియం భరిత శిలలు. ప్రపథమంగా ఎగువ క్రిటేషియన్ కాలంలో, హిమాలయాల ఉద్భవ కారక చలనం సంభవించింది. రెండవసారి ఎగువ ఇయోసిన్ కాలంలోను, మూడవసారి మధ్య మయోసిన్ కాలంలోను సంభవించాయి. మూడవసంక్షోభం అన్నింటికన్న తీవ్రమయినది. నేటి హిమాలయాల ముఖ్య లక్షణాలు ఈ కాలంలోనే రూపొందాయి. ఇదే సమయంలో హిమాలయాలకు ముందు దక్షిణంగా గాఢద్రోణి (Shallow Trough) ఏర్పడింది. ఇది సివాలిక్ అవశేషాల నిక్షేపణకు, తదుపరి గంగా - సింధు ఒండలికి స్థానమయింది.

ద్వీపకల్ప భాగంలో టెర్షియరీ శిలా విన్యాసాలు - బిక్సీర్, జైసల్మీర్, కచ్, సూరత్, ట్రోచ్, రాజమండ్రి, పుదుచ్చేరి, క్వీలాన్ ప్రాంతాలలో - కనిపిస్తాయి.

క్వాటెర్నరీ మహాయుగం ప్రారంభం హిమాలీ నదానికి నాంది. కాశ్మీర్ ప్రాంతంలో కనీసం ఐదు హిమ యుగాలను గుర్తించారు. హిమాలయ ఉద్భవ చరిత్రలో ఆఖరి సంక్షోభం ప్లీస్టోసిన్ కాలంలో జరిగింది. ఈ యుగకాలంలో గంగా - సింధు ప్రాంతాలలోని ఒండలి ఏర్పడింది. తీర ప్రాంతాలలోని ఒండలి, ఇసుక అధునిక నిక్షేపాలే.

డా॥ యన్. రమణారావు.

## 195. భారతదేశపు నిర్మితి - విరూప కారకత ఆంధ్ర ప్రదేశ్ స్వరూపము

### 1. పరిచయము :

భారతదేశాన్ని భామ దృష్టితో చూస్తే రెండు ప్రధాన భాగాలుగా విభజింప వచ్చును : (1) ఉత్తర

పర్వత ప్రాంతము (2) దక్షిణ ద్వీపకల్ప భాగము. ఈ రెండు భాగాలను గంగా-సింధు మైదానము వేరు చేస్తుంది. ఈ రెండిలో దక్షిణాన గల ద్వీప

కల్ప భాగము పీఠభూమి వంటి కవచప్రాంతము. ఈ భాగము ఆర్కియన్ శిలా విన్యాసాలతోను, వాటిని పాక్షికంగా కప్పబున్న కదప, వింధ్యన్ హరివాణాలతోను, గోండ్వానా భ్రంశ ఖండాంతోను, దక్కన్ ట్రాప్ శిలలతోను కూడి వుంది. ఆర్కియన్ శిలా విన్యాసాలలో ఆంధ్రబొర్రైల్లు, షిస్ట్లు మొదలైన రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు ఉన్నాయి. వీటిలో పెనిన్సులర్ నైస్, టేగెన్ నైస్, చార్నోక్లైట్లు, క్లోజ్ టెడ్ గ్రనైడ్ శిలలు అంతర్గతమై ఉన్నాయి. కదప శిలా విన్యాసాలు-షేల్లు, సున్నపురాళ్లు, క్వార్ట్జైట్లు, ఇసుకరాళ్లు, కిండ్లా మరేదీలు మొదలైన- అవశేష శిలలతో కూడుకొన్నవి. ఇవి డోలరైట్ సీల్ల అంతర్గతాల కారణంగా స్వల్పశ్రేణి రూపాంతరప్రాప్తికి గురియై మార్పుచెందినవి. వింధ్యన్ శిలావిన్యాసాలు ప్రధానంగా సున్నపురాళ్లతోను, కొంత భాగం షేల్లు, ఇసుకరాళ్లతోను కూడి వున్నాయి. గోండ్వానా శిలావిన్యాసాలు ఏకాంతరతగల ఇసుక రాళ్లతోను, షేల్ శిలలతోను కూడి ఉన్నాయి. ఈ షేల్ శిలలలో నేలబొగ్గు లభిస్తుంది. గోండ్వానా శిలా విన్యాసాలలో డోలరైట్, పెరిడోటైట్ శిలలు అంతర్గతమై ఉన్నాయి.

ఉత్తరానగల పర్వత ప్రాంతము భూఅభినతితో నిక్షేపణ అయిన విభిన్న కాలాల అవశేష శిలలతోను, కొన్ని పాతాళశిలలతోను, కూడుకొని ప్రస్తుతము ఒక భూ అవసతి రూపము దాల్చియున్న పర్వత భాగము.

## 2. ద్వీపకల్ప భాగపు నిర్మితి-విరూపకారకత.

ద్వీపకల్ప భాగంలోని ఆర్కియన్ శిలావిన్యాసాలలో కొన్ని సాధారణమైన ప్రాంతీయ అనురైట్టాల(Regional strikes)ను గమనింప వచ్చు. దీర్ఘ నుంచి రాజస్థాన్ గుండా గుజరాత్ వరకు

వ్యాపించి యున్న ఆరావళీ కొండలు ఈ-నై(N.E.-S.W) అనుదైర్ఘ్యము కలవి. దక్షిణ బొంబాయిలోను, కర్ణాటక, ఆంధ్ర రాష్ట్రాలలో కొన్ని భాగాలలోను గల ధార్వార్ శిలావిన్యాసాలు ఉ. వా-ద. ఆ(N.N.W-S.S.E) అనుదైర్ఘ్యంతో ఉన్నాయి. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని విజయవాడ నుంచి ఒరిస్సాలోని బాలాసోర్ వరకు వ్యాపించిన తూర్పు కనుమలలో ఈ-నై అనుదైర్ఘ్యము కనిపిస్తుంది. గోదావరికి మహానదికి మధ్యగాకల పువ్వు భూమి (hinterland) వా-ఆ అనుదైర్ఘ్యము కలది. దీనిని మహానది అనుదైర్ఘ్యము (Mahanadi Strike) అని అంటారు. గుజరాత్ లోని సర్మద తపతీనదుల మధ్య వ్యాపించి ఉన్న సాత్పురా పర్వత శ్రేణి తూ.ఈ-ప.నై (E.N.E-W.S.W) అనుదైర్ఘ్యము గలది. భౌమకాలానుక్రమ (geochronological) మైన నిర్ధారణను బట్టి భూపటల విరూపణ చక్రాల (diastrophic cycles) అవసాన కాలాలను ఈ క్రింది విధంగా అధునిక భూ విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు అంచనా వేసారు:

మధ్య ధార్వార్ లు-2,450 మిలియన్ సం॥లు

ఎగువ ధార్వార్ లు-2,300 మిలియన్ సం॥లు.

తూర్పు కనుమలు-1,570-1,760 మి॥ సం॥లు.

సాత్పురా పర్వతాలు-955 మి॥ సం॥లు.

దీర్ఘ వ్యవస్థ శిలలు-735 మి॥ సం॥లు.

ఇటీవల జరపిన నిర్మితియ భూవిజ్ఞాన పరమైన పరిశీలనవల్ల కర్ణాటకలోని ధార్వార్ షిస్ట్ లోను బీహార్ - ఒరిస్సాలలోని గంగ్ పూర్ వరుసల (Gangpur series) లోను, మధ్య ప్రదేశ్ లోని సాసర్ వరుసల (sausar series) లోను, ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని శ్రీకాకుళం ప్రాంతంలోగల ఖోండలైట్, చార్నోక్లైట్ శిలలలోను, తమిళనాడులోని నీలగిరి ప్రాంతపు చార్నోక్లైట్ శిలలలోను తిర్యక్ వళుల (cross folds) ను గుర్తించినారు. కదప-వింధ్యన్ బహిర్గతాల (outcrops) వెంవం

ఆకారం (crescent shape) కలవి. ఇందులో కుంభాకార (convex) పు వంపుశిలలు సాధునతి (gentle dip) తోను, పుటా కారపు (concave) వంపు సన్నిహిత వళుల (close folds) కు అతిక్షిప్తాల (Overthrusts) కు, గురియైన కారణంగా శిలలు నిట్రనతి (Steep dip) తోను కనిపిస్తాయి. ద్వీపకల్ప భాగము ఖండ భ్రంశాలకు లోనయింది. గోండ్వానా శిలలు ఈ ఖండభ్రంశాలలో నిక్షేపణ అయ్యాయి. ద్వీప కల్ప భాగంలోని పశ్చిమ, తూర్పు తీర ప్రాంతాలు కూడా భ్రంశీకరణానికి లోనయినట్లు కనిపిస్తుంది.

### 3. ఉత్తర పర్వత ప్రాంతపు నిర్మితి- విరూప కారకత

పర్వత మయమైన భారతదేశపు ఉత్తర ప్రాంతము బృహత్తరమైన పర్వతోర్ధ్వ క్రియా చైతన్యానికి లోనయింది. ఈ ప్రక్రియలో వంద లాది కిలోమీటర్ల ప్రమాణంలో భూపటలం సమానాంతర సంపీడనాని (Horizontal - compression) కి గురి అయింది. అందువల్ల ఈ భాగంలో సంక్లిష్ట వళులు (Complex Folds) అతిక్షిప్తాలు, అధిక పరిమాణంగల నేప్పీలు (Nappes) మనకు కనిపిస్తాయి. ఈ పర్వత భాగంలో మనకు 3 ప్రధాన చాపాలు (Arcs) కనిపిస్తాయి. అవి: 1. హిమాలయన్ చాపము 2. బర్మీన్ చాపము 3. బెలూచిస్తాన్ చాపము. ఉత్తరాభిముఖమైన ఈ పర్వత పంక్తులు చాపాకృతి చాల్చటానికి దక్షిణావగల సుస్థిరమైన ద్వీపకల్ప భాగమే ప్రధాన కారణము. ఈ పర్వత పంక్తుల చాపాకృతి యొక్క కుంభాకారపు వంపున సుస్థిర ద్వీప కల్ప భాగము ఉండుటవల్ల ఏర్పడిన అతిక్షిప్తాలు హిమాలయన్ చాపంలో దక్షిణంగాను, బెలూచిస్తాన్ చాపంలో తూర్పుగాను, బర్మీన్ చాపంలో పశ్చిమం

గాను రూపొందినాయి. ఈ చాపాలలో ప్రతి ఒక్కటి ఒకదాని వెంబడి ఇంకొకటి వరుసలో ఉన్న అనేక పర్వత శ్రేణులతో కూడి ఉంటుంది. హిమాలయన్ చాపంలోని పర్వత శ్రేణులలో పాద పర్వతాలు (Foot hills), పల్లపు హిమాలయాలు (Lower Himalayas), బృహత్ హిమాలయాలు (Great Himalayas), ట్రాన్స్-హిమాలయాలు (Trans-Himalayas), ఉన్నాయి. దిగువనున్న ద్వీపకల్పపు ద్రవ్యరాసిపై ఈ పర్వత పంక్తులన్ని వరుస క్రమంలో ఏర్పరచిన తోరణం (Festoons) వలె రూపొందినాయి. ఈ చాపాలన్నింటి లోను కూడా అంతర్గమములైన పాతాళ శిలలు కనబడతాయి.

### 4. ఆంధ్రప్రదేశ్ నిర్మితి-విరూప కారకత

ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని తూర్పు కనుమలు ఈ - నై ఆనుధైర్వ్యము కలవి. శ్రీకాకుళం జిల్లాలోని మాంగనీస్ మేఖల తిర్యక్ వళులతో కూడి ఉంది. చిత్తూరు జిల్లాలోని ధర్వార్ శిలలు ఉ.వా-ద.ఆ (NW-SSE) ఆనుధైర్వ్యము కలవి. రామగిరి బంగారం క్షేత్రంలోని ధర్వార్ శిలల - గ్రీన్ స్టోన్ (Green Stones) ల క్లోరైట్ తో కూడిన ఫిలైట్ ల (Chloritic Phyllites) నిర్మితిలో, ఎన్-ఎకిలాన్ వళుల (encheilon folds) తో కూడిన సాధారణ అపనతులు, అభినతులు కనిపిస్తాయి. కడప, కర్నూలు శిలావిన్యాసాలలో అనేక వళులు గోచరిస్తాయి. కర్నూలు శిలావిన్యాసాల ప్రధాన అభినతి యొక్క అక్షం వెంబడి ఏర్పడ్డ ముడతల కారణంగా గనిరాగి మేఖలలో ఏకనత తిర్యక్ వళి నిర్మితులు (monoclinal cross-fold Structures) రూపొందినాయి.

# 196. భారతదేశ ఖనిజ సంపద

ప్రతి పరిశ్రమలోను, నిత్యావసర వస్తువుల తయారీలోను వాడబడే ముఖ్యమయిన ముడి పదార్థాలు కావడం వలన ఖనిజములకు ఒక దేశపు అభివృద్ధిలోను, ఆర్థికరంగాలలోనూ, చాలా ముఖ్యమయిన పాత్ర వున్నది. భారతదేశంలోని గనులనుండి, 1978 సంవత్సరంలో టీయబడిన ఖనిజముల విలువ షుమారు 4, 90 మిలియన్ల రూపాయలన్న విషయమే దీనిని నిరూపిస్తుంది. ప్రపంచ రాజకీయాల్లోనుకూడా ఖనిజాలకు ప్రాముఖ్యము ఉన్నది. ఎలాగంటే ప్రస్తుతం ప్రపంచాన్నంతటినీ ఎదుర్కొంటున్న పెట్రోలు, అణ్వస్త్రాల సమస్యలకు ఖనిజాలే కీలకాలు.

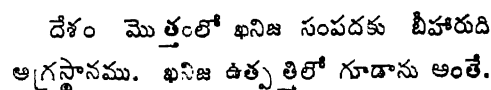
## ఖనిజముల వైవిధ్యము, ఉపయోగములు

ఖనిజములు భూగర్భంలో దొరికే ఒక విధమైన ప్రకృతి సంపద. మిగిలిన ప్రకృతి సంపదలవలె

కాకుండా (ఉదాహరణకు :- ఆడవులు, నదులు) ఇవి వాడినకొద్దీ తరిగిపోయేవి. కొన్ని వేలమిలియన్ల సంవత్సరముల క్రితం భూగర్భంలోనూ, సముద్రపు టడుగున ఉన్న శిలల్లోను అనేక విధములైన రసాయనిక మార్పులద్వారా ఖనిజములు ఏర్పడినవి. ఇవి సాధారణంగా సిలికేటు, ఆప్టజనిదము (ఆక్సైడ్, గండ్డిదము(సల్ఫైడ్)లు గాను ఉంటవి. వీనిలో లోహసంబంధమయినవి(మెటాలిక్), అలోహ సంబంధమయినవి. (నాన్ - మెటాలిక్) అని రెండు ముఖ్య విధములు ఏర్పడి ఉన్నవి. అలోహ ఖనిజములలో పారిశ్రామిక ఖనిజములు, ఇంధనములు అను భాగములు గలవు. భూగర్భ జలము కూడా ఒక విధమయిన ఖనిజమే. ఈ వివిధములగు ఖనిజముల నిధులన్ని కలిసి ఖనిజ సంపద అనబడుతవి. ఖనిజములపై ఆధారపడే కొన్ని ముఖ్య పరిశ్రమలు సూచన ప్రాయంగా ఈ క్రింది పట్టికలో ఈయబడినవి:

పరిశ్రమ	ఉపయోగపడే కొన్ని ముఖ్య ఖనిజములు,
1. ఉక్కు	ఇనుప ఖనిజములు (హెమటైట్ / మాగ్నెటైట్) సున్నపురాయి లైమ్స్టోన్) బొగ్గు (కోల్).
2. సిమెంటు	సున్నపురాయి, సుద్ద క్షే, జిప్సమ్.
3. ఎరువులు	ఫాస్ఫరైటు, జిప్సమ్, అపటైట్, గంధకము పొటాష్.మొ.
4. ఉష్ణ సహన పదార్థములు (రిఫ్రాక్టరీస్)	క్వేర్ క్వే కయినైట్, సిల్మనైట్ బాక్సైడ్ (అల్యూమినియం ఖనిజం), మాగ్నెటైట్, డోలమైట్ (ఈ రెండు ఒక విధమైన సున్నపు రాళ్లు), గ్రానైట్.
5. గాజు, పింగాణి	సుద్ద, యసుక, ఫెల్స్పార్, క్వార్ట్జ్.
6. రంగులు	ముగ్గురాయి (బైరైటిన్) రంగుసుద్దలు (ఓఖర్), గ్రానైట్ మొదలగునవి.
7. వేడి విద్యుత్ నిరోధక పరికరములు	అభ్రకము (మైకా), రాతివార (ఆన్టెస్టాన్), పెర్మిక్యులైట్.
8. ఆభరణములు :	బంగారము; వెండి;వజ్రము; పచ్చ; నీలము; మొదలగునవి.
9. అని లోహముల తయారీ	వాటి వాటి ఖనిజములు.





1973 సం.లో ఈ రాష్ట్రాన్నిండి తీయబడ్డ ఖనిజ ముల విలువ 1,400 మిలియన్ల రూపాయలు. (దేశ ఉత్పత్తిలో 28 శాతం). బొగ్గు (ఘరియా బోకారో మొదలగునవి బొగ్గు శ్రేణులు), అభ్రకం, ఇనుము, రాగి, అణుశక్తి, అల్యూమినియం ఖనిజములు, అపటైట్, కయనైట్ మొదలగు ఖనిజముల పెద్ద నిధులకు బీహారు పుట్టినిల్లు. పటము నుండి కూడా ఈ విషయము గ్రహించ వచ్చును. ఈ రాష్ట్రాన్ని ప్రకృతి యొక్క ఖనిజ భాండాగారము లేదా ప్రదర్శనశాల అని చెప్ప వచ్చును. రెండవ స్థానాన్ని ఆక్రమిస్తున్న మధ్య ప్రదేశ్ - వజ్రములు, అల్యూమినియం, మాంగ నీస్, రాగి, యునుపఖనిజాలు, బొగ్గు, సున్నపు రాయి- నిధులకు ప్రసిద్ధి. మిగిలిన కొన్ని రాష్ట్రాల లోని కొన్ని చెప్పుకోతగ్గ నిధులు ఈ విధంగా ఉన్నవి.

1. అస్సాం :- పెట్రోలియం, బొగ్గు.
2. ఆంధ్రప్రదేశ్ :- అపటైట్ (ఎరువుల తయారీకి - విశాఖజిల్లా)

అభ్రకము (నెల్లూరుజిల్లా), అల్యూమినియం ఖనిజం - బాక్సైట్ - (విశాఖజిల్లా), క్రోమైట్ (కృష్ణా, ఖమ్మం జిల్లాలు), గ్రాఫైట్ (ఖమ్మం, గోదావరి, విశాఖజిల్లాలు), బంగారము (ఆనంత పురంజిల్లా), బొగ్గు (ఖమ్మం, కరీంనగర్, ఆదిలాబాద్ జిల్లాలు - సింగరేణి బొగ్గు గనులు,) ముగ్గురాయి - (బెరెటిస్ కహ్నూలు, కడప, ఆనంత పురం, ఖమ్మం జిల్లాలు), మాంగనీసు ఖనిజము (శ్రీకాకుళం, విశాఖ, ఆదిలాబాద్ జిల్లాలు), రాగి ఖనిజం (గుంటూరు, ఖమ్మం జిల్లాలు), రాతినార (పులివెందల - కడపజిల్లా, మహబూబ్ నగర్ జిల్లా,) సీసపు ఖనిజం (గుంటూరు, కడప జిల్లాలు,) సుద్ద, సున్నపురాయి (అనేక జిల్లాలు), పక్షిములు (పక్షిమూర్ - ఆనంతపురం జిల్లా)

ఈ రాష్ట్రం నుండి 1973 సంవత్సరంలో ఉత్పత్తి అయిన ఖనిజముల విలువ సుమారు 290 మిలియన్ల రూపాయలు (దేశంలో 7వ స్థానం). ముగ్గురాయి ఉత్పత్తిలో దేశం మొత్తం మీద మొదటి స్థానం (85 శాతం); అభ్రకం అప టైట్ లో 3వ స్థానం ఆక్రమిస్తుంది. ఇచ్చటి మాంగనీసు నిధులు దేశంలో చాలా ప్రసిద్ధి కెక్కినవి. దక్షిణ రాష్ట్రాన్నిండిలోనూ బొగ్గు నిధులు కలిగినదీ, ఉత్పత్తి చేసేదీ ఆంధ్రప్రదేశ్ మాత్రమే. రాష్ట్రంలోని సున్నపు రాయి నిధులను ఆసరాచేసికొని యిప్పటికే 6 (ఆరు) సిమెంట్ ఫాక్టరీలు ఉన్నవి. ఇంకా కొత్తవి రాబోతున్నవి. ఇచ్చటి రాతినార మేలురకం కావడం వలన ప్రపంచ విఖ్యాతి పొందినది. విశాఖజిల్లాలో క్రొత్తగా కనుగొనబడిన బాక్సైట్ నిధులు చాల పెద్దవి. వీటిని ఆధారంగా అల్యూమినియం ఫాక్టరీలు నెలకొల్పే ఆవకాశం బాగా ఉన్నది.

3. ఉత్తరప్రదేశ్ :- ఫాస్ఫరైటు, మాగ్నెసైట్, గాజు, ఇసుక.
4. ఒరిస్సా :- ఇనుము, క్రోమైట్ సీసము, అణు శక్తి, నికెల్ ఖనిజాలు, గ్రాఫైట్, బాక్సైట్, సున్నపు రాయి.
5. కర్నాటక :- బంగారము, ఇనుము, రాగి ఖని జములు, బాక్సైట్, సున్నపు రాయి, పెర్మిక్యులైట్, క్రోమైట్,
6. కేరళ :- సుద్ద, బాక్సైట్, అణుశక్తి ఖని జాలు.
7. గుజరాత్ :- పెట్రోలియం, బాక్సైట్, ఫ్లోరైట్, రాగి, సీసము ఖనిజములు.
8. గోవా :- ఇనుము, మాంగనీసు ఖనిజములు, బాక్సైట్,
9. జమ్ము-కాశ్మీరు:- "సీసము" రాయి, బొగ్గు.
10. తమిళనాడు:- లిగ్నైట్, సున్నపురాయి, పెర్మి

క్యూలైడ్, ఫాస్ఫేడ్, ఇనుప ఖనిజములు.

11. పశ్చిమ బెంగాల్ :- బొగ్గు, ఫైర్ క్లే, టంగ్ స్టన్ ఖనిజం.

12. మహారాష్ట్ర :- మాంగనీస్, ఇనుము ఖనిజములు, బాక్సైట్, బొగ్గు, కయనైట్.

13. మేఘాలయ :- సిల్లిమనైట్ [రిఫ్రాక్టరీగా ఉపయోగము].

14. రాజస్థాన్ :- రాగి, సీసము, తుత్తునాగము, టంగ్ స్టన్, అణుశక్తి ఖనిజములు, అభ్రకము, రాతివార, "పచ్చ" రాయి, టిప్పం (ఎరువులతయారీకి)

మన ఖనిజసంపద మన అవసరాలకు సరిపోతుందా :

బొగ్గు, ఇనుప ఖనిజములు, అభ్రకము, మాంగనీసు, అల్యూమినియం, క్రోమియం, అణుశక్తి-రిఫ్రాక్టరీ ఖనిజములు, సున్నపురాయి, ఫ్లోరైట్ (ఇనుము కరిగించటంలో ఉపయోగిస్తుంది.) ముగ్గురాయి, సుద్ధ విషయంలో మన సంపద సమృద్ధిగాను, తృప్తికరంగాను ఉన్నది. అంటే ఉక్కు, -కొన్ని లోహమిశ్రమములు, అణుశక్తి, టేడి, విద్యుత్ నిరోధక పరికరములు, సిమెంటు, రంగులు, గాజు పింగాణి రిఫ్రాక్టరీల పరిశ్రమలలో కావలసిన ముడి సరుకు మనకు తగినంతగా ఉన్నదన్నమాట.

మన అవసరాలకు సరిపోయిన తర్వాత వీటిలో కొన్నింటిని యితర దేశాలకు ఎగుమతి కూడా చేయగలుగుతున్నాము. ఉదా :- యినుము, మాంగనీసు ఖనిజములు, అభ్రకము. 1972 సం॥ లో మన గనుల నుండి తీయబడిన మరీకొన్ని ఖనిజముల ఎగుమతి వలన 2,900 మిలియన్ల రూపాయలు

విలువగల విదేశీమారక ద్రవ్యం సంపాదించబడినది. వీటిలో యినుప ఖనిజానికి మొదటి స్థానం [1,100 మిలియన్ల రూపాయలు]. ప్రపంచంలో అభ్రకం మొత్తం ఉత్పత్తిలో భారతదేశపు వాటా 80 వ శాతము కావడంతో, ఈ ఖనిజ విషయంలో ఈ దేశానికి అగ్రస్థానం. మాంగనీసు ఖనిజం ఉత్పత్తికి ప్రపంచంలో మన దేశానిది 2 వ స్థానము. కయనైట్, సిల్లిమనైట్ ఉత్పత్తిలో మూడవ స్థానం.

రాగి, సీసము, తుత్తునాగము, ఖనిజములు, పెట్రోలియం, ఫాస్ఫేడ్, కోకింగ్ బొగ్గు, గ్రాఫైట్ రాతినార మొదలగు నిధులు అంత పుష్కలంగా లేవు. ఉన్నవాటిలోనుండి ప్రస్తుతం తీయబడే సరుకు మన అవసరాలకు సరిపోవడం లేదు. ఉదాహరణకు :- పెట్రోలు ఉత్పత్తి మన అవసరాలలో మూడోవంతు మేరకే సరిపోతుంది. అలాగే రాగి ఫాస్ఫేడ్స్ [6 వ వంతు] సీసము [14 వ వంతు] అందువలన వీటికొరకు కొంతవరకు యితరదేశాల మీద ఆధారపడుతున్నాము.

మనకున్న నికెలు, మాలిబ్డినము, టంగ్ స్టన్ మొదలగు లోహ ఖనిజనిధులు మన అవసరాలకు ఏ మాత్రము సరిపోవు. అందువలన వీటి కొరకు యిండుమిండు పూర్తిగా దిగుమతి మీదనే ఆధారపడుతున్నాము. 1972 సంవత్సరంలో ఖనిజముల లోహముల దిగుమతి కొరకు 5,400 మిలియన్ల రూపాయల విలువగల విదేశ ద్రవ్యం ఖర్చు చేయబడింది. మొత్తం మీద చూస్తే వివిధమైన పారిశ్రామిక ఖనిజాలు, కొన్ని ఇంధనాలు, ఏవో కొన్ని లోహ ఖనిజాలనిధులు మనకు సమృద్ధిగా ఉన్నవి. కాని చాలా లోహఖనిజాలు, కొన్ని ఇంధనాల విషయంలో లోటు ఉన్నది.

ప్రపంచంలో ఏదేశము కూడా అన్ని ఖనిజాలలో స్వయంసంమృద్ధిగా లేదు. భారతదేశం కూడా

అంతేను. తెలిసిఉన్న నిధులను పూర్తిగా వినియోగించడానికి, కొత్త నిధులను కనుగొనడానికి దేశంలో అనేక ప్రభుత్వ సంస్థలు (ఉదాహరణ :- జీరాజికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా, మినరల్ ఎక్స్ ప్లోరేషన్ కార్పొరేషన్, ఆయిల్ నాచురల్ గ్యాస్ కమిషన్, రాష్ట్ర ప్రభుత్వ గనుల శాఖలు, మైనింగ్ కార్పొరేషన్లు) తీవ్రంగా కృషిచేస్తున్నవి.

బొంబాయి వద్ద ఆరేబియా సముద్రంలో పెట్రోలు కొరకు పెద్ద ఎత్తున జరిగే డ్రిల్లింగ్, బీహార్ రాజస్థాన్, మధ్య ప్రదేశ్ ఆంధ్రప్రదేశ్ లలో రాగి, సీసము తుత్తురాగపు ఖనిజములకొరకు చేయబడుతున్న ప్రయత్నాలు వీటిలో కొన్ని. ఇటువంటి ప్రయత్నాలు సఫలమై ఖనిజ సంపద విషయంలో మనదేశపు పరిస్థితి మెరుగయ్యే సూచనలు బాగా ఉన్నవి.

కె. అప్పావధాన్లు.

### సంప్రదింపు గ్రంథాలు

1. Brown J. C. and Dey A.K.  
India's Mineral wealth- Oxford-1955.
2. Krishnaswamy.S.  
Indian Mineral Resources - Oxford and I.B.H. Publications-1972.
3. Roy B.C. :- Indian Mineral Resources, Industries and Economics - Calcutta-1978.
4. Sinha R.K. :- A Treatise on Industrial Minerals of India - Allied Publications - 1987.

## 197. ఇంజనీరింగు : భూ విజ్ఞానము

ఇంజనీరింగు భూ విజ్ఞానము, మానవ విజ్ఞానములో ఒక శాఖ. భూవిజ్ఞానశాస్త్ర సమాచారమును, దాని ప్రయోజనకరమైన అనుభవమును ఇంజనీర్లకు వారి సమస్య పరిష్కారములలో ఉపయోగపడుచున్నవి.

అనుభవముగల ఇంజనీరింగ్ భూవిజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞునికి, భారీ కట్టడములు నిర్వహించు ప్రతి సంస్థలోను, ఒక ముఖ్యమైన పాత్రగలదని యిటీవలనే గుర్తింపబడినది. ఈ శాస్త్రజ్ఞుడు, భారీకట్టడముల స్థల నిర్ణయము, మరియు ప్రణాళికారచన (Planning) యందు ఉపయోగపడుచున్నాడు. ముఖ్యముగా దాములు, వంతెనలు తదితర భారీ కట్టడముల నిర్మాణములో ఇమిడియున్న భూగర్భ విజ్ఞాన సూత్రములను బాగుగా అర్థము చేసుకొనుటకు ఇంజనీర్లకు

వారి కార్యక్రమములలో సుపయోగపడుచున్నాడు.

ఇంజనీరింగ్ సంస్థలో భూ విజ్ఞానికి ఏడు ముఖ్యమైన కర్తవ్యములు కలవు.

అవి ఏవనగా :-

1. భారీకట్టడముల యొక్క సర్వాంగములను పూర్తిగా ఆలోచించి కట్టుటకు కావలసిన భూవిజ్ఞాన పరిజ్ఞానమును తెలియపరచుట.

2. కట్టడముల స్థలనిర్ణయములో ఉపయోగపడుట.

3. భారీ కట్టడముల రూపకల్పన తయారు చేయుట; మరియు వాటిని కట్టుటలో ఇమిడియున్న, భూ విజ్ఞానశాస్త్ర సంబంధమైన సమస్యనేర్పడలో ఉపయోగపడుట.

4. ఈ కట్టడములకు కావలసిన సరియగు శిలలు, ఇసుక మొదలగు సామాగ్రి యొక్క అనేక వజలో తోడ్పడుట.

5. ఒప్పందము, కాగితములు ( Contract Plans ) తయారుచేయుటలోను, వాటిలోని విశిష్ట వివరణల ( Specifications ) స్పష్టికరణలోను తోడ్పడుట.

6. నిర్మాణ సంబంధమైన పనులలో ఉపయోగ పడుట.

7. పూర్తియైన నిర్మాణముల వలన ఆ పరిసరములలోని సహజ పరిస్థితులలో కలుగు మార్పులను పరిశీలించుటలోకూడ ఉపయోగపడుట.

కొన్ని భారీ కట్టడములకు సంబంధించిన వాస్తు శాస్త్రము (Civil Engineering)నకు కావలసిన భూ విజ్ఞానశాస్త్ర సమాచారము యొక్క స్వభావము (nature), దాని ప్రాముఖ్యము క్రింద నుదహరింపబడినవి.

**దాములు :**

పాతకాలపు దాములు పూర్తిగా అనగాహనలేని భూవిజ్ఞాన శాస్త్రముపై ఆధారపడి నిర్మితములైనవి, కావున కూలిపోవుచుండెడివి. అట్లుకాక నేడు భూవిజ్ఞాన శాస్త్రముపై ఆధారపడి దాములు కట్టబడుచున్నవి.

దాముల స్థల నిర్ణయమునకు, పథక నిర్మాణమునకు, నిర్మించుటకు - మరియు నిర్వహించుటకు కావలసిన పూర్తి భూగర్భ పరిస్థితుల వివరముల సేకరణకు భూవిజ్ఞానశాస్త్ర పరిజ్ఞానమును మరియు అతినవీకరించిన పరికరములను పద్ధతులను(methods) సాంకేతిక పద్ధతులను ( techniques ) ఉపయోగించుచున్నారు.

పూర్తి భూగర్భ పరిస్థితుల అవగాహన లేకుండా ఏ కట్టడమును కట్టరాదు. దాము కట్టు

టకు అనువగు స్థల నిర్ణయము జరుగుటకు నదీలోయ ముఖ్య నైసర్గిక స్వరూపము, భూగర్భ చరిత్ర (Geological History), స్తరశాస్త్రము (Stratigraphy) మరియు నిర్మితి (Structure) తెలిసికొనుట, అవశ్యకము. దాములయొక్క పునాదుల పరిస్థితి, పునాది రాళ్ళమీద కట్టడముల ఖారముల ప్రభావము, నీటి ఒత్తిడి, నీటిలో మునుగుట వలన పునాదిరాళ్ళ యందు కల్లు మార్పులు మొదలగునవి మొట్టమొదట పూర్తిగా పరిశీలించవలెను. పెద్ద భ్రంశములు (faults), పూడుపడిన కాలువలు (Buried channels), గుహా మండలములు (Cavernous Zones), సజీవమైన (active)లేక అంతస్థ (Potential) మగు శీఘ్రపాతములు (Landslides) మరియు క్రిందిగా నున్న భూజల తలములు (Water tables) మొదలగు పెద్ద దోషములను ఆదిలోనే కనుగొనవలెను.

భేదాత్మక శైథిల్యము(Differential weathering), సంధానములు (joints), సంస్తరణము (Bedding) మరియు సందళనము (Foliation) మొదలగు రాళ్ళలోని చిన్న దోషములకు కూడా దాముల స్థలనిర్ణయములోను మరియు వాటిరూపకల్పనలోను ప్రభావముండును.

దాముల నిర్మాణములో స్థానికంగా దొరకు మట్టి, ఇసుక, మరియు పలువిధములైన శిలలు పలు విధములుగా విస్తారముగా వాడుదురు. వీటి రసాయనిక, భౌతిక లక్షణములను అనుసరించి వాటి ఉపయోగముండును. అందువలన వీటి లక్షణములను పరిశీలించుట, అవి దొరకు స్థలములకొరకు అన్వేషించుట అవసరము. ఈ విధముగా భూ విజ్ఞానము దాముల నిర్మాణములో పలువిధములుగా ఉపయోగపడుచున్నది.

**సొరంగములు (Tunnels):**

సొరంగములు త్రవ్వ నైపుణ్యము, గనుల త్రవ్వకములో అనాదిగా నుపయోగపడుచున్నది.

నీటి కాలువలకు సంబంధించిన సౌరంగములు (aqueducts), రైలుమార్గముల సౌరంగములు, భూగర్భములో శకటములు పోవు సౌరంగములు (Subways), డాములనుండి నీరు పారుదలచేయు సౌరంగములు (Spillways), మురికినీటి పారుదలకు సంబంధించిన సౌరంగములు - అని సౌరంగములు. పలువిధములు ఈ సౌరంగములు త్రవ్వటకు ఆయా ప్రదేశముల భూవిజ్ఞానము ఎంతేని అవశ్యకము. సౌరంగముల త్రవ్వకము ఉరుగు ప్రదేశములలో వుండెడి పలువిధములైన శిలలు, వాటి సరిహద్దులు, మరియు భ్రంశములు మొదలగు దోషములు సూచించు పటములు తయారుచేయవలెను. సౌరంగము యొక్క త్రవ్వకము, నిర్మించు విధానము ఆక్కడి భూగర్భ పరిస్థితులపై యాధారపడి యుండును. నీటి ఊట హెచ్చుగా ఉన్న స్థలములు, మెత్తని శిలలు, దోష భూవిజ్ఞానమున శిలలుగల ప్రదేశములలో సౌరంగములు త్రవ్వట కష్టము. అందువలన ఆయా ప్రదేశములలోని భూగర్భ పరిస్థితులను ముఖ్యముగా పరిశీలించినగాని సౌరంగపు త్రవ్వకపు పని చేపట్టరాదు.

### 3. వంతెనలు, రోడ్లు :

వీటి నిర్మాణములో కూడా భూగర్భ విజ్ఞాన పరిజ్ఞానము చాల అవసరము. వంతెనభారము దాని పునాదిపై బడును. అందువలన పునాదిశిలల పరిశీలన అవసరము. మెత్తటి శిలలు, నీటిలో కరిగి పోవురాళ్లు, భ్రంశములు (Faults) మొదలగు నిర్మితి (Structure) గల శిలలపై పునాదులు నిర్మించుట యవాంఛనీయము. వంతెనలు సుస్థిరముగా నుండవలెనన్న గట్టి పునాదులవసరము. భూగర్భ పరిశీలనవల్ల నదీగర్భములోని యిసుక పొరల మందము, వాని క్రిందనుండెడి శిలల తత్వము పూర్తిగా తెలియును. వీటిపై నాధారపడి వంతెనల రూపకల్పన చేయవలెను.

రహదారులు, మరియు విమానాశ్రయముల, విమానముల రాకపోకలకు నుపయోగించు స్థలముల (Runways) నిర్మాణములో కూడా భూగర్భ విజ్ఞాన శాస్త్రము అవసరము. వీటి నిర్మాణములో ఆయా ప్రదేశములోని స్థలాకృతి (Topography), వాటి నిర్మాణములో నుపయోగించెడి శిలలు మొదలగు నిర్మాణ వస్తువులు చౌకగా దగ్గరలో దొరకు స్థలములు మరియు వాటిని అన్ని కాలములలో నిర్వహించుటకు వీలుగా నుండు స్థలము అనువాని నిర్ణయములో భూగర్భ విజ్ఞానము తోడ్పడును.

### 4. భూపాతములు (Landslides) :

భూపాతములవలన భవనములకు రహదారులకు మరియు తదితరములైన కట్టడములకు యపార నష్టము కలుగును. పునీభవించని (Unconsolidated) మట్టి మొదలగు పదార్థములను పెద్ద పరిమాణము గల శిలలును దిగువ ముఖమై కదలుటను భూపాత మందురు. భూపాతములు సమతాస్థితిలేని (Inequilibrium) శిలలపై భూమ్యాకర్షణ శక్తి వలన కలుగును. ఈ కదలిక ప్రారంభించుటకు కారణములలో ముఖ్యమైనవి: 1. భూగర్భ జలముల పరిస్థితులలోని మార్పులు. 2. తడిసిన మెత్తబడ నట్టి బంకమట్టి లేక షేల్ (Shale) మొదలగునవి యా ప్రాంతపు శిలల యందుండుట. 3. నిర్మితి, 4. స్థలాకృతి.

అన్ని విధములైన భూపాతములు ఆయా ప్రదేశములలోని భౌగోళిక (geological) పరిస్థితులపై యాధారపడియుండును. అందువలన వీని పరిశీలన వలన భూపాతములు కలుగుటకు యవకాశము గల ప్రదేశములలో కట్టడములు మొదలగునవి నిర్మించుట మానుకొనవచ్చును. లేదా భూపాతమునకు గల కారణములను తెలిసికొని వాని నివారణకు ప్రయత్నించవచ్చును.

## 5. సముద్ర తీరములు :

సముద్ర తీరముల క్రమక్షయము యా ప్రాంతములోని గృహముల, మరియు రహదారుల విచ్ఛిన్నమునకు దారి తీయును. ఆ ప్రదేశములో ఈ నాటి భౌమిక రీతులను (Geologic Processes) మరియు ప్రాచీన భౌమిక సిద్ధాంతము (Historical geological data) లను పరిశీలన చేసినచో యనువగు నివారణ పద్ధతులను చేపట్టవచ్చును.

సముద్ర తీరముల మనుగడకు కావలసిన యిసుక మొదలగునవి కావలసినంతగ అందించు స్థలముల పరిశీలన, భౌమిక పరిస్థితులను మార్పు చేయు కారణముల పరిశీలన - భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞుడు ముఖ్యముగా చేపట్టవలసిన విషయములు. పలువిధములగు శిలల క్రమక్షయమునకు సంబంధించిన వివరములు మరియు ఒడ్డుల దగ్గర లోనున్న భృగువుల నుండి వచ్చెడి రాళ్లు రప్పల వివరములను కూడా సేకరించవలెను. ఈ విధమయిన సమాచారము సముద్ర తీరముల క్రమక్షయము జరుగకుండా చర్యలు తీసుకొనుటకు పనికి వచ్చును.

## 6. సైనిక సంబంధమైన భూవిజ్ఞాన శాస్త్రము :

ఇది కూడా ఇంజనీరింగ్ భూవిజ్ఞానములో ఒక భాగము. యుద్ధ కార్యక్రమమునకు కావలసిన భూవిజ్ఞాన సమాచారము సేకరించుట యుద్ధములో

చాల అవసరము. అప్పుడు భూవిజ్ఞానము ఈ క్రింది విధములనుపయోగపడును. మాన చిత్రములు ముఖ్యముగా భౌమ్య మరియు స్థలాకృతి పటములను వివరించుచున్నా, ఆకాశచ్ఛాయ చిత్రములనుండి భౌమ్య సమాచారమును సేకరించుచున్నా, మరియు భూమిమీద యుద్ధము జరుగుచున్న యా యా స్థలములలో భౌమ్య పరిస్థితులపై సలహానిచ్చుటకును, భూవిజ్ఞాన శాస్త్రము సైనికులకు ఉపయోగపడును. భౌమ్య పటములను, స్థలాకృతి పటములను కలిపి పరిశీలించిన ఆక్కడి భౌమ్య పరిస్థితి పరిజ్ఞానము (Terrain intelligence) చాల చక్కగా లభ్యమగును. అట్టినివేదికలో మానచిత్రములు మరియు వివరణ పట్టికలు పొందుపరచి యుండును. ఈ సమాచారము ఒక స్థలములోని కొన్నిప్రత్యేక విషయములకు సంబంధించి యుండును. ఇవి ఏవనగా: భూతల పరిచితి (Terrain appreciation), నదులు, నీటి వనతులు, రహదారులు, విమానాశ్రయములు నిర్మించుటకును వానిని నిర్వహించుటకును సంబంధించిన సమాచారము, అక్కడ దొరకు రాళ్లు, మట్టి తాలూకు ఇంజనీరింగు లక్షణములు, నిర్మాణ వస్తువుల ఉనికి, వాటి అందుబాటు మరియు ఖనిజ సంపద మొదలగునవి.

ఈ పైన పేర్కొన బడిన విభాగము లన్నియు ఇంజనీరింగు జియాలజీలోని భాగములు.

డా॥ యన్. సీతారామయ్య.

# 198. భూ రసాయన శాస్త్రము

భూమి సువిశాలమైన రసాయన ప్రయోగశాల. దీనిలో వివిధ భౌతిక రసాయనిక మార్పులు నిరంతరము జరుగుచుండును.

భూ రసాయన శాస్త్రము భూమి యొక్క వివిధ భాగములలో జరుగు రసాయన క్రియలను గూర్చి తెలుపును.

ఈ శాస్త్రము ఆధునిక కాలమున 20 వ. శతాబ్దములో చాలా అభివృద్ధి చెందినది. “భూ రసాయన శాస్త్రము” అను పదమును స్విస్ రసాయనశాస్త్రజ్ఞుడైన షోంబైన్ (Schonbein) 1988 సంవత్సరములో ప్రవేశపెట్టినాడు.

ఈ శాస్త్రము భూమియొక్క వివిధ భాగములలో (భూ అంతర్ భాగము, భూ ప్రవారము, భూ పటలములలో) వివిధ మూలకములు (Elements), వాటి విస్తరణ, చలన పద్ధతుల గురించి తెలుపును.

భూ రసాయన శాస్త్రపు ముఖ్య ఉద్దేశములు :  
1. భూమి యొక్క వివిధ భాగముల సంఘటనలను నిర్ణయించుట, 2. మూలకముల విస్తరణ ఆదుపు (Control) చేయు సూత్రములను కనుగొనుట.

పై విషయములను తెలుసుకొనుటకు, మనకు శిలలో నీటియొక్క గాలియొక్క రసాయనిక సంఘటనములు మరియు ఉర్కల రసాయన సంఘటనము కావలెను.

ప్రస్తుతము అనేకమందిని భూ రసాయన శాస్త్రము బహుముఖములుగా ఆకర్షించినది.

**భూమి - రసాయన సంఘటనము**

భూమి రసాయన మూలకముల సమ్మేళనము కదా ! భూమియొక్క రసాయన సంఘటనము చాలా వరకు ఉర్కలద్వారా లభించే శిలలవలన, మూలకముల జననమువలన వాటి విస్తరణ (Abundances) వలన తెలియవచ్చినది. సౌరకుటుంబము

(Solar System)లోని గ్రహముల (Planets) కు చిన్న గ్రహముల (Planetoids)కు ఒకే రకమైన రసాయన సంఘటనము ఉంటుంది. అందు వలన భూమికి చేరే ఉర్కలద్వారా భూమిలోని వివిధపౌరం రసాయన సంఘటనమును తెలుసు కొనవచ్చును.

భూపటలపు సరాసరి రసాయన సంఘటనము, అగ్నిశిలల సరాసరి రసాయనసంఘటనమునకు దగ్గరగా నుండును. కాని భూమిలో మూలకముల విస్తరణ, భూగోళమును జన్మింపజేసిన మూలపదార్థముల మీదను, వివిధ భౌతిక రసాయనిక మార్పుల మీదను ఆధారపడి యుండును.

ఈ భూమిలోని ముఖ్యమైన పౌరలు-భూపటలము, భూ ప్రవారము, భూకేంద్ర మండలము-ప్రధాన భూరసాయన భేదీకరణ జరిగినపుడు ఏర్పడినవి.

భూ అంతర్భాగము (Core) ఎక్కువ సాంద్రత కలిగి (10.7) యున్నది. ఇందువలన భూ అంతర్భాగము, ఇనుము, నికేలు, మిశ్రమము అయి వుండవలెనని అనుకొనుచున్నారు. లోహభరితమైన ఉర్కల (Siderites) పరిశీలన కూడా పై విషయమును సమర్థించుచున్నది.

**భూ పటలములోని కొన్ని మూలకములు**

	బరువు శాతము	పరమాణు శాతం	పరమాణు వ్యాసా ర్థము $A^\circ = 10\text{cm}$	ఘన పరిమాణ శాతం
O	46.60	62.55	1.40	98.77
Si	27.72	21.22	0.42	0.86
Al	8.13	6.47	0.51	0.47
Fe	5.00	1.92	0.74	0.48
Mg	2.09	1.84	0.66	0.29
Ca	3.63	1.94	0.99	1.03
Na	2.83	2.64	0.97	1.82
K	2.59	1.42	1.83	1.83



## అన్వేషణము :

ఇంతవరకు మనము భూమియొక్క రసాయన సంఘటనము గూర్చి తెలుసుకొని యుంటిమి.

పై పట్టిక ప్రకారము 8 మూలకముల (ఆక్సిజన్, సిలికాన్, అల్యూమినియం, ఐరన్, మెగ్నీషియం, కాల్షియం, సోడియం, పొటాషియం) మొత్తము సుమారు 69% అని, మిగిలిన 97 మూలకాల మొత్తం 1% కన్న తక్కువ అని తెలుస్తుంది. మానవాళికి ముఖ్యమైన బంగారము, వెండి, రాగి సీసము, తుత్తునాగము వంటి లోహ మూలకాలు, భూమిలో చాల తక్కువని తెలియుచున్నది.

కాబట్టి మానవుడు తనకు కావలసిన ఖనిజాల ధాతువులకై అన్వేషణ సాగించుట తప్పనిసరి. ఖనిజాలు ధాతువులు కూడా శిలలలో దొరకుతాయి. భూమిలోని ఖనిజసంపదను అన్వేషించుటలో భూరసాయన శాస్త్రము ఎంతో ఉపయోగపడుతుంది. మార్గదర్శకమైన మూలకములు ఖనిజ ధాతువుల అన్వేషణములో విరివిగా ఉపయోగపడుచున్నవి. రాగి తగరమునకు; రాగి నికెలుకు; బేరియమ్ యురేనియమునకు, స్ట్రాన్షియము టంగ్స్టన్ నకును, ఆర్సెనిక్ బంగారమునకును, మార్గదర్శకములగు మూలకములు, కొన్ని మూలకములు నీటిలో కరిగి నదీనదములలో ప్రవేశించును. సువిశాల ప్రాంతములలో నిగూఢమై యున్న ఖనిజసంపదను జలప్రవాహ మార్గములు - తమ విభిన్న వైరుధ్యరీతుల ద్వారా వెలికి తీయుటకు అవకాశము గలదు.

## భూరసాయన అన్వేషణ పద్ధతులు :

భూరసాయనాన్వేషణ పద్ధతులు ముఖ్యముగా మూడు విధములు:

1. మట్టి పరిశీలన

2. జలప్రవాహ పరిశీలన

3. చెట్లు, చేమల పొదల పరిశీలన.

(55)

పై పద్ధతులను అనుసరణ ప్రాంతము 1. స్థల పద్ధతి 2. జల ప్రవాహము పైనను. 3. చెట్లు చేమలపైనను 4. ఆ ప్రాంతమందలి మట్టి పరిపక్వత పైనను ఆధారపడి యుండును. నిగూఢమైన భూ ఖనిజ సంపదను కనుగొనుటకు మట్టి పరిశీలనము ఎక్కువగా వాడు పద్ధతి.

భూమిమీద పెరుగు కొన్ని రకములైన మొక్కల ఉనికి వలనను మరియు కొన్ని మొక్కల యొక్క విభిన్న పెరుగు దలల వలనను నిగూఢ ఖనిజములను కనుగొన వచ్చును. కొన్ని జాతుల మొక్కలు భూమిలో లభ్యమగు మూలకములను తమ వేళ్ళలోనికి, కాండములలోనికి బెరడులోనికి ఎక్కువగా గ్రహించును. అందువలన పైభాగముల రసాయనిక సంఘటనము వలన ఆ ప్రాంతమందలి నిగూఢ ఖనిజ సంపదను కనుగొన వచ్చును.

మన దేశములో భూగర్భశాస్త్ర సంస్థవారు భూరసాయనాన్వేషణ పద్ధతులను 1953 సంవత్సరము నుండి ఆవలంబించిరి. ప్రప్రథమముగా రాజస్థాన్, యందలి అన్వేషణకు ఈ పద్ధతులను ఆవలంబించిరి.

భూరసాయనశాస్త్ర అన్వేషణ యందు మట్టి పరిశీలనను విరివిగా ఉపయోగింతురు. ఈ పరిశీలన ఫలితముగా క్రొత్తగా రాగి ఖనిజ సంపదలను కర్ణాటక, బీహారు, ఆంధ్రప్రదేశ్ లో కనుగొనిరి.

## ఎ. సూర్యప్రకాశరావు.

### References

1. Bose; S. K. [1964] Recent Advances in Geochemical prospecting in India for metaliferous ores and Indian Minerals 18, pp 55, 69.

2. Gold Schmidt V.M. [1954] Geo-

chemistry. Oxford  
Press;.

Harper and Row publishers,  
Newyork.

8. Hawkes H.E. and Webb; J.B. (1962)  
Geochemistry in  
mineral exploration.

4. Mason, B. [1958] Principle of  
Geochemistry; John  
Weiley and Sons Inc.  
Newyork.

## 199. సముద్ర భూ విజ్ఞాన శాస్త్రము

భూగోళ ఉపరితల వైశాల్యంలో సుమారు 71 శాతము భూభాగాన్ని ఆక్రమించుకొన్న సముద్రాల సమగ్ర శాస్త్రీయ పరిజ్ఞానమే సముద్ర విజ్ఞాన శాస్త్రము (Oceanography). ఇందులో సముద్ర భూ విజ్ఞాన శాస్త్రము ఒక ముఖ్యమైన శాఖ. ఈ శాస్త్రం సాగర ప్రక్రియలకు లోనవుతున్న తీర ప్రాంతాలు, బీచ్లు, ఖండ తీరపు అంచు, ఖండ తీరపువాలు మరియు అగాధ సముద్ర భూ తలం యొక్క స్థలాకృతి, అందలి అవక్షేప నిక్షేపాలు, వాటి విస్తరణ, రసాయన, ఖనిజ సంఘటికాలు. మొదలైన విషయముల గురించి విశదీకరించుతుంది.

1842 సంవత్సరంలో చార్లెస్ డార్విన్ (Charles Darwin) చేత శ్రీకారం చుట్టబడిన సముద్ర భూ విజ్ఞాన శాస్త్రానికి 1872-73 మధ్య కాలంలో - చరిత్ర ప్రసీద్ధిగాంచిన పాత్ర. యం. యన్. చాలెంజర్ అనే నౌక సాగించిన - సముద్రయానంతో పునాది గట్టిపడింది. ఈ సముద్రయానంలో భూ విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు ఎవ్వరు పాల్గొనక పోయినప్పటికీ, అందు సేకరించబడిన సముద్ర భూతలము యొక్క అవక్షేపపు నమూనాలను ఖచ్చితంగా పరిశీలించడం జరిగింది. ఆ తర్వాత 1888-1920 మధ్య కాలంలో ఆల్బర్ట్ డార్న్ అనే ఆమెరికా నౌకమీద జరుపబడిన పరిశోధనల ఫలితముగా, సముద్ర భూతలం యొక్క సమాచారాన్ని కొంత సేకరించడం

జరిగింది. తదుపరి సాంకేతిక పరిజ్ఞానం అభివృద్ధిచెంది, కొత్త కొత్త సాధనాలు, పరికరాలు రావడం, సాగర భూ విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధికి తోడ్పడటం జరిగింది. ఎకో-గభీరతా మాపకము (Echo Sounder) సహాయంతో ఖండ తీరపు అంచు, ఖండతీరపు వాలుల యొక్క సమగ్ర రూపురేఖలను తెలుసుకోవడం జరిగింది. సముద్ర భూతలం యొక్క అవక్షేపపు నమూనాలను సేకరించటానికి లాఫాండ్ డీప్ స్నాపర్, గ్రాన్ స్నాపర్, ఫ్లెగర్ కోరర్, గ్రావిటీ కోరర్, డ్రెడ్జరు వంటి సాధనాలను ఉపయోగించారు. సముద్ర భూతలం యొక్క ఫోటోను తీయటానికి జలాంతర్గత కెమేరాలను కనుగొన్నారు. జలాంతర్యే శనము (Diving) ద్వారాను, కొన్ని విధముల గభీర జలగామి శకటముల (Deep-diving Vehicles) ద్వారాను, సముద్ర భూతలమును, ప్రత్యక్షముగా చూడ వీలగును. ఈ విధముగా దిన దినాభివృద్ధి చెందుచూ 1960-70 మధ్యకాలంలో సముద్ర భూవిజ్ఞాన సమాచారం అపారంగా అభివృద్ధి చెందినది. భూభాగమును గురించి మనకు తెలిసినంత విపులంగా కాకపోయినా, సముద్ర భూతలాన్ని గురించి కూడా, చాలావరకు తెలియ వచ్చినది.

సముద్ర భూతలాన్ని మూడు భాగములుగా విభజింప వచ్చును.

1. ఖండతీరపు అంచు.
2. ఖండతీరపు వాలు.
3. ఆగాధ సముద్ర భూతలము.

### ఖండ తీరపు అంచు (Continental Shelf)

బీచ్ దగ్గరనుంచి సుమారు 100 ఫాదమలు (180 మీటర్లు) లోతు వరకు వ్యాపించియున్న సముద్ర భూతలాన్ని ఖండతీరపు అంచు అంటారు. దీని సరాసరివాలు 7, దీని సరాసరి వెడల్పు 42 మైళ్ళు ఉంటుందని చెప్పబడినప్పటికీ ఖండాంతరపు అంచు వెడల్పు సముద్రాలను బట్టి మారుతూ వుంటుంది. ఆదాహరణకు, బంగాళాఖాతం పడమర ప్రాంతాన ఖండాంతరపు అంచు వెడల్పు 20 మైళ్ళ నుండి 100 మైళ్ళ వరకు ఉంది. కాంటే సింధుశాఖ ఎదురుగా అరేబియన్ సముద్రపు ఖండ తీరపు అంచువెడల్పు రమారమి 190 మైళ్ళ వరకు ఉంటుంది. ఖండ తీరపు అంచులు విభిన్న రూప రేఖలతో ఉంటాయి. కొన్నిచోట్ల V- ఆకృతిగల సముద్రాంతర్గత ఆగాధ దరులు కనిపిస్తూ ఉంటాయి. 20 మీటర్లు, అంతకన్నా ఎక్కువ యెత్తైన కొండలు కూడా ఖండతీరపు అంచులలో ఉండును.

ఖండతీరపు అంచు అవక్షేపాల రేణుపరిమాణం, బహిర్భాగపు అంచువైపు క్రమేపి తగ్గిపోతూ ఉంటుందని ముందు అభిప్రాయపడేవారు. అయితే కొన్నిచోట అవక్షేపపు నమూనాలను పరిశీలించిన మీదట, పైన చెప్పబడిన రేణుపరిమాణ శ్రేణుము ఎక్కడో కొన్నిచోట్ల మాత్రమే కనిపిస్తుంది. చాల చోట్ల బహిర్భాగపు అంచులో, స్థూలరేణుయుతమైన ఇసుక, గ్రావెల్ (gravel) దొరకుతున్నవి. ఖండతీరపు అంచులందలి అవక్షేపాల స్వభావం- అందునూ ముఖ్యముగా తీరప్రాంత భూ భాగము యొక్క లక్షణం, తీరరేఖ యొక్క స్వరూపము, తీరప్రవాహాల బలము, ఖండతీరపు అంచు యొక్క

స్థలాకృతి మొదలై న వాటిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. పెద్ద నదుల ముఖద్వారాలకు ఎదురుగా ఉన్న ఖండ తీరపు అంచు సామాన్యంగా బంకమట్టితో కూడుకొని ఉంటుంది.

ఆర్థిక నిక్షేపాల అన్వేషణదృష్ట్యా కూడా ఖండ తీరపు అంచులు ముఖ్యమైనవి. బీచ్ లలో దొరికే భార ఖనిజాలు (Heavy minerals) సాధారణంగా ఖండతీరపు అంచుయొక్క తీరప్రాంతంలో కొంతవరకు వ్యాపించి ఉంటాయి. చమురు, ఖనిజ వాయువు, వజ్రాలు, బంగారం, తగరము, ఇనుప ఖనిజము, మొదలైన ఖనిజాలు, ప్రపంచంలో వివిధ ఖండతీరపు అంచులందు దొరకుతున్నాయి. గ్లూకో నైట్ నిక్షేపాలు (Glauconite deposits), ఫాస్ ఫోరైట్ పర్యకలు (Phosphorite nodules) కూడా ఖండతీరపు అంచులలో దొరకుతాయి.

### ఖండతీరపు వాలు (Continental Slope)

ఖండతీరపు అంచుయొక్క బహిర్భాగానుంచి ఆగాధసముద్ర భూతలం వరకు వ్యాపించి ఉన్న సముదాంతర్యాగాన్ని ఖండతీరపువాలు అంటారు. ఇది ఖండతీరపు అంచుకన్న ఎక్కువ వాలుగా నుండి విభిన్నమైన రూపరేఖలతో భూమిమీద ఉన్న పర్వత వాలులను పోలివుంటుంది. దీని వాలు 5° నుండి 35° వరకు మారుతూ వుంటుంది. ఈ వాలు వెడల్పు 40 మైళ్ళ నుండి కొన్నిచోట్ల వందలకొలది మైళ్ళవరకు ఉంటుంది. క్రమేపి ఆగాధ సముద్ర భూతలంలో కలసి పోయే ఈ తీరపు వాలులలో సముద్రాంతర్గత ఆగాధదరులు, కొండలు, కూటములు (ridges) సాధారణంగా కనిపిస్తుంటాయి. ఖండ తీరపువాలు సరాసరిలోతు 12,000 అడుగులు అని చెప్పబడినప్పటికీ అక్కడక్కడ-ముఖ్యముగా పసి ఫిక్ మహాసముద్రంలో- యిది 30,000 అడుగుల వరకు ఉంటుంది. అదే హిమాలయ పర్వతాలలో ఆత్మధిక ఎత్తుగల ఎవరెస్టు శిఖరానికి సమానమన్న మాట.

సముద్రాంతర్గత నిదరులు ( Submarine Canyons) అన్ని విధాలా భూభాగం మీద కనిపించే నదీలోయల వలెనే కనిపిస్తాయి. పెద్ద పెద్ద నదుల ముఖద్వారాల ఎదురుగా సముద్ర గర్భంలో సాధారణంగా ఈ నిదరులు ఉంటాయి. వాటి లోతు వందల అడుగుల నుంచి కొన్ని వేల అడుగుల వరకు మారుతూ ఉంటుంది. గంగానదీ ముఖద్వారానికి ఎదురుగా బంగాళాఖాతంలోని ఆగాధ నిదరి సుమారు 3700 అడుగుల లోతుతో 70 మైళ్లపొడవు వ్యాపించి ఉన్నది. నిదరి అవతరణ గురించి రెండు మూడు రకాల సిద్ధాంతాలు ఉన్నాయి. సంక్షుబ్ధ ప్రవాహం (Turbidity Currents) ప్రభావంవల్ల ఇవి ఏర్పడినాయని కొందరు శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. అప్పుడప్పుడు సముద్ర గర్భంలో భూమి కుంగిపోవడం వలన నిదరులు ఏర్పడినాయని మరికొందరి అభిప్రాయం. భూభాగం మీద నదులు మలచిన లోయలే, సముద్ర అతిక్రమణము వలన మునిగిపోయి, ఈ విధంగా ఏర్పడి ఉండవచ్చునని ఇతర శాస్త్రజ్ఞుల భావన.

ఖండతీరపు వాలులు చాలవరకు సూక్ష్మరేణుయత అవశేషాలతో నిండి వుంటాయి. ఇసుక, గ్రావేల్ రాళ్ళు మరియు కర్పరాలు కూడా కొద్ది కొద్ది పొళ్ళలో కనిపిస్తూంటాయి. వాలులలో అక్కడక్కడ కనిపించే స్థూలరేణుయత అవశేషాలు- అక్కడక్కడ ఉన్న కొండలనుంచి, రిక్ట్ల నుంచి- ఉద్భవించి ఉంటాయి. నిట్టనిలువుగా వున్న వాలులందు బలమైన ప్రవాహాలు ఉన్నచోట రాతి భూతలం (Rocky Bottom) ఉంటుంది. ఖండతీరపు వాలులలో సంక్షుబ్ధ ప్రవాహాలు ఉద్భవించి, బంక మట్టి అవశేషాలను, వాలు బహిర్భాగంవైపు జారి పోవునట్లు చేయును.

గభీర సముద్ర భూతలము (Deep Sea Floor) :

ఇది ఖండతీరపు వాలునుంచి వ్యాపించియున్న-

అతిలోతైన ప్రదేశము. దాని వాలు బహుశాద్ధిగా ఉంటుంది. సూసరి లోతు 3729 మీటర్లు. భూమి మీద పర్యవశ్రేణులు, లోయలు ఉన్నట్లే, సముద్ర భూతలం మీద కూడా పర్యవ కూటములు (Ridges), లోతైన కందకములు (trenches) అగాధాలు ఉన్నాయి. ఇటువంటి వాటిలో వెస్ప్రో తగినవి: అట్లాంటిక్ మహాసముద్రములో గల మధ్య అట్లాంటిక్ కూటము (Mid Atlantic Ridge), హిందూ మహాసముద్రములో తలక్రిందులైన Y - ఆకారంగల భారత సముద్ర మధ్యస్థ కూటము. మధ్య అట్లాంటిక్ కూటము-సగటు భూతలంనుండి. 6,000 అడుగుల ఎత్తున ఉంది. కాని సముద్రమట్టానికి 9,000 అడుగుల లోతున ఉంది. అతిలోతైన కందకములు పసిఫిక్ మహాసముద్రంలో కనిపిస్తాయి. వాటిలో మేరియానా (10,835 మీటర్లు), మిన్డనావో ( ఫిలిప్పీనులు ) 10,030 మీటర్లు, టోంగా (10,800 మీటర్లు) కందకాలు కెప్పకొన తగ్గవి.

గభీర సముద్ర భూతలం మీద చాలా భాగంలో ఒకవిధమైన ఎరుపు బూడిద రంగుగల జంబాలపదార్థము పేరుకొని ఉంటుంది. ఇక్కడ ముఖ్యంగా జీవ సంబంధ స్రావాలు ఉంటాయి. డయాటమ్ స్రావము (Diatom ooze), రేడియో కారియన్ స్రావము (Radio - Kerian Ooze), మరియు గ్లోబిజెరినా స్రావము (Globigerina Ooze) ఉంటాయి. పీటిని పెలాజిక్ నిక్షేపాలు (Pelagic deposits) అంటారు. అగ్నిపర్యవ శిలాభస్మం, అంతరిక్ష నుంచి వచ్చే ఉల్కల ధూళి కూడా ఉంటుంది. అక్కడక్కడ గభీర సముద్ర భూతలం మీద మాంగనీస్ పరిసృకలు (Manganese nodules) కనిపిస్తాయి.

భారతదేశపు ఖండతీరపు అంచుల గురించి కొన్ని వివరాలు :

భారతదేశాన్ని చుట్టి ఉన్న సముద్రాల గురించి

తెలుసుకొవాలని మొట్టమొదట ప్రయత్నం చేసిన వాడు కెప్టెన్ కార్పెంటర్. 19 వ శతాబ్దము చివరి భాగంలో ఈయన "ఇన్ వెస్టిగేటర్" అనే నౌక మీద ప్రయాణం చేసి బంగాళాఖాతం మరియు, ఆరేబియన్ సముద్రమును గురించి కొంత సమాచారాన్ని సేకరించెను. తర్వాత 1925 సంవత్సర ప్రాంతంలో ఆర్. బి. యన్. సూయెర్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు, బంగాళాఖాతం, ఆరేబియన్ సముద్రాల భూతలం యొక్క స్థలాకృతులను, అక్కడి అవక్షేప లక్షణాన్ని, కొంతవరకు విశదీకరించెను. అయితే పైన పేర్కొనబడిన పరిశోధనలు గభీర సముద్ర భూతలాల్లో చేయబడినవి. ఖండతీరపు అంచుల స్వరూప స్వభావాల్ని, అంతర్భాగాన ఉన్న అవక్షేపాల లక్షణాల్ని గురించి వారు పరిశోధించలేదు. అలాంటి సమగ్రమైన పరిశోధనలను ఆంధ్ర విశ్వకళాపరిషత్తువారు 1952 సంవత్సరములో డా॥ ఇ. సి. రాఫాండ్ అనే ఆమెరికా శాస్త్రజ్ఞుని ఆధ్వర్యంలో ప్రారంభించారు. ఈ కార్యక్రమంలో భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగంవారు ప్రముఖ పాత్ర వహించారు. ఈ పరిశోధనలలో భారతదేశపు తూర్పుతీరస్థమగు ఖండ తీరపు అంచుపై ఎక్కువ శ్రద్ధ చూపబడింది.

1952-53 మధ్యకాలంలోను, తర్వాత 1955-56 మధ్యకాలంలోను, ఆంధ్ర విశ్వకళా పరిషత్తు వారు జరిపిన 54 సముద్రయానాల్లో, ఉత్తరాన గంగాసాగర సంగమం నుండి దక్షిణాన మద్రాసు వరకుగల ఖండతీరపు అంచునుంచి, 500 అవక్షేపపు నమూనాలను సేకరించడం జరిగింది. ఈ నమూనా సేకరణ భారత నావికాదళ, నౌకల సహాయంతో రాఫాండ్ డీప్ ట్ స్నాప్, ఫ్లెగర్ కోర్ అను పరికరాలతో చేయబడింది. ఈ అవక్షేపపు నమూనాలను ముందుగా ద్వినేత్ర సూక్ష్మదర్శిని (Binocular microscope) ద్వారా పరిశీలించి, అందులో కొన్ని ముఖ్యమైన నమూనాలను కూలంకషముగా పరిశోధన చేయడం జరి

గింది. ఈ పరిశీలనలో స్థూలరేణుయుతమైన ఇసుక ఊలెటిన్, మరియు సున్నపు గుల్లలతో కూడిన అవక్షేపాలు, ఖండతీరపు అంచు బహిష్కారంలో దొరుకుతున్నట్లు కనుగొనబడింది. కొన్ని ఆధారాల దృష్ట్యా సముద్రతీరరేఖ ఒకప్పుడు 40 ఫాదర్ల ప్రాంతములో, అంటే ప్రస్తుతపు తీరరేఖకు తూర్పుగా సుమారు 10 మైళ్ళ దూరంలో ఉండే దని తెలిసింది.

పశ్చిమ తీరపు ఖండతీరపు అంచు చాలావరకు ఒండు (Silty) అవక్షేపాలతో నిండి ఉన్నది. కేరళ, ప్రాంతపు బీచ్ లలో దొరుకుచున్న ఇల్ మె నైట్, మోనజైట్ వంటి భారఖనిజాలు ఖండతీరపు అంచులో కొంతవరకు వ్యాపించి ఉన్నాయని తెలియ వచ్చినది. కాంటే సింధుళాఖ ప్రాంతములో చమురు ఖనిజ వాయువు ఉనికి కనుగొనబడినది. ప్రస్తుతం బాంబే హై (Bombay High) అను ప్రాంతములో పెట్రోలియం కొరకు డ్రిల్లింగ్ జరుగుచున్నది.

**సముద్ర భూ విజ్ఞాన శాస్త్ర ప్రాముఖ్యం :**

సముద్ర భూ విజ్ఞాన పరిశోధనల ప్రాముఖ్యం రెండవ ప్రపంచ యుద్ధం తర్వాత బాగా తెలియ వచ్చినది. చమురు, ఖనిజ వాయువు, మరియు ఆర్థిక నిక్షేపాలు దొరికే చోటుగా ఖండతీరపు అంచులు సుర్తించ బడినవి. అందుచేత వాటి సమగ్ర స్వరూపాలు తెలుసుకోవలసిన అవశ్యకత ఏర్పడినది. దేశరక్షణ మరియు నౌకాయానం దృష్ట్యా కూడా సముద్ర భూ విజ్ఞానం చాలా అవసరం. ఖండతీరపు అంచు యొక్క తీరప్రాంతములో జరిగే ప్రక్రియల విజ్ఞానం, ఓడరేవుల నిర్మాణానికి ఉపయోగపడుతుంది. భూమిమీద ఉన్న అవక్షేప శిలల పుట్టుక గురించిన విషయాలు తెలుసుకోవటానికి కూడా సముద్ర భూ విజ్ఞాన శాస్త్రం ఉపయోగపడుతుంది. కొన్ని చోట్ల బీచ్ ల యొక్క క్రమక్షయం అరికట్టటానికి ఈ విజ్ఞానం ఎంతైనా అవసరం.

**ఆచార్య యం పూర్ణచంద్రరావు.**

## 200. భూమి పరిణామము-పూర్వ చరిత్ర

భూమిచరిత్ర వివరించడంలో, ఉష్ణం ప్రముఖపాత్ర వహిస్తుంది. అంతర్భాగ నిర్మాణము, ప్రావారం, భూపటలం వ వస్త్ర పరిణామము, వాతావరణం, సముద్రాలు, పర్వత మాలోద్భవం, అగ్నిపర్వతాలు, సముద్రాల్లో భూతల వితరణ ఫలితాల చలనం- ఇవన్నీ భూమిలో ఉత్పన్నమయ్యే ఉష్ణంతో సంబంధం కలిగి ఉంటున్నాయి. అంతేకాక ఈ ప్రక్రియలన్నీ, వాటికి కావలసిన శక్తిని భౌమోష్ణం నుంచే పుంజుకుంటున్నాయి.

తొలి అధికోష్ణస్థితి నుంచి భూమి వహనంద్వారా నెమ్మదిగా చల్లబడిందని గత శతాబ్దంలో సాధారణంగా నమ్మేవారు. తొలి ఉష్ణోగ్రత ( $1400^{\circ}\text{సెం॥}$ ) ఉపరితల ఉష్ణోగ్రత ప్రవణత ( $20^{\circ}\text{సె/కి.మీ}$ ), ఉష్ణ విసరణము ( $32\text{ కి.మీ.}^2/310^6\text{ సెం॥}$ ) లను గూర్చి కొన్ని ఊహల ఆధారంగా పై అభిప్రాయం ప్రకారం లార్డ్ కెల్విన్ భూమివయస్సును సుమారు 50 మిలియన్ సంవత్సరాలుగా అంచనా వేశారు. చల్లబడుతున్న భూమి యొక్క ఉష్ణ వహనముతో నిమిత్తం లేకుండా భూతలానికి ప్రసరించే ఉష్ణం భూపటలపు శిలల్లోని రేడియో ధార్మిక పదార్థాల విఘటనమువల్ల జనించినదేనని జోలీ నిర్ధారించటంతో, కెల్విన్ గణిత పద్ధతి తప్పని ఋజువయ్యింది. రేడియోధార్మికత వలన జనించే ఉష్ణం రేటు (1. పి.పి. యం. యురేనియంకు  $0.78\text{ మైక్రో కాలరీ/గ్రాం/సం॥}$ ; 1. పి.పి. యం. థోరియంకు  $0.20\text{ మైక్రో కాలరీ/గ్రాం/సం॥}$ ; 1% పొటాసియంకు  $0.27\text{ మైక్రో కాలరీ/గ్రాం/సం॥}$ ), అత్యల్పంగా కనుపించినప్పటికీ, భూమి యొక్క మొత్తం ద్రవ్యరాశిని వేలాది మిలియన్ సంవత్సరాల కాలవ్యవధిని గుర్తిస్తే, రేడియో ధార్మికతవలన జనించే ఉష్ణం ప్రాముఖ్యత ద్యోతక మౌతుంది.

భూమి పూర్వచరిత్రకు సంబంధించినంతవరకు ఈ క్రింది విషయాలు సాధారణంగా అందరూ ఒప్పుకుంటారు.

ప్రప్రథమ ధూళిమేఘాల సంచితం వలన సుమారు  $5,000\text{ మిలియన్ సంవత్సరముల పూర్వం}$  ఆభేవాత్మక భూమి ఏర్పడింది. (బహుశః డ్రైప్ 1 కార్పనేషియన్ కోండ్రైట్ల సంఘటన కలిగి యీ క్రింది ఉష్ణజనక మూలకాలు కలిగి పుడవచ్చు: యురేనియం  $22.5\text{ పి.పి.బి.థోరియం } 88\text{ పి.పి.బి.}$  పొటాసియం  $225\text{ పి.పి. యం.}$  భూమి ఏర్పడే ఉప్పుడు బాష్పశీలత ద్వారా కొంతభాగం ప్రప్రథమ సోడియం, పొటాసియం, రుబీడియం, సీసియమ్, సీసము మొ॥ హరించి పోయాయి.

కణాల గతిజశక్తి ఉష్ణశక్తిగా మారడంవల్ల [బర్న్ అంచనా ప్రకారం ఇది సుమారు  $400\text{ కాలరీలు-గ్రాం}$ ] కొంతకాలం తాపనం జరిగాక, ఇనుము ద్రవీభవనం చెందడం కొన్ని ప్రాంతాలలో ఆరంభమై, ద్రవరూపంలోని ఇనుము, భూమి మధ్య భాగానికిదిగి కేంద్రమండలం ఏర్పడింది [సుమారు  $4,500\text{ మిలియన్ సంవత్సరాలు}$ ]. ఈ కేంద్రమండలం భూమి ద్రవ్యరాశిలో  $31\%$  ద్రవ్యరాశి కలిగి ఉంటుంది. ఇందులో ముఖ్యంగా ఇనుము, నికెల్, బహుశః కొద్ది పరిమాణాల్లో గంధకం, సిలికాన్ ఉంటాయి. ఈ అంతర్భాగపు పరిధిలో ఉష్ణోగ్రత సుమారు  $4000^{\circ}\text{ కెల్విన్}$  ఉండవచ్చు.

తతిమ్మా పదార్థం [భూమి ద్రవ్యరాశిలో  $69\%$ ] ప్రావారంగా ఏర్పడింది. శిలలు ఏర్పడడంలో ప్రధానమైన మూలకాలు, వానికి సదృశమైన వ్యాసార్థాలు, చార్జ్ లుగల అల్ప పరిమాణ మూలకాలు పై ప్రావారం ( $500\text{ కి.మీ మందంకల కర్పరము, } 7.72 \times 10^{26}\text{ గ్రాముల ద్రవ్యరాశి}$ )లో బెప్పకో

తగ్గంత అంశనం చెందలేదు. ఇందుకు భిన్నంగా ఎక్కువ అయనిక్ వ్యాసార్థాలు ఛార్జ్లు ( $U^{4+}$ ,  $Th^{4+}$  వంటివి) గల ట్రేస్ మూలకాలు విశేషంగా పై ప్రావారంలో, సాంద్రీకరణం చెందాయి. పై ప్రావారంలో P. తరంగవేగం 8.2 కి.మీ./సెం. అందువల్ల పై ప్రావార సంఘటనం, ఆలివిన్, పైరాక్సిన్ గార్నెట్, బహుళః అల్పపరిమాణంలో యాంఫిబోల్, ఫ్లోగోఫైట్లతో కూడిన మిశ్రమానికి పరిమితమౌతుంది. అంటే ఈ సంఘటనం పెరిటోటైట్ (ఆలివిన్, పైరాక్సిన్లు), ఎక్టోగ్రేట్ (పైరాక్సిన్ గార్నెట్లు), వాని రూపాంతరాలైన గార్నెట్ పెరిటోటైట్, హార్న్ బ్లెండ్ - ఎక్టోగ్రేట్లకు అనురూపమై ఉండవచ్చు. పటలం నుంచి ప్రావారానికి మార్పు రసాయనిక మార్పునకుగాని సమరసాయనిక ప్రావస్థ మార్పునకు గాని, అనురూపం కావచ్చు.

ఖండాల క్రింద స్థిరమైన భూపటలం సుమారు 4,000 మి. సంవత్సరములకు పూర్వం ఏర్పడింది. ఖండాం క్రింద భూపటలంలో రేడియో ధార్మిక మూలకాలు సాంద్రీకరణం చెందడంతో, సముద్రాల క్రింద ప్రావారంతో పోల్చితే ఖండాం క్రింద భాగంలో రేడియో ధార్మిక మూలకాలు తక్కువైనట్లు తెలుస్తుంది. (బేరిల్ అంచనా ప్రకారం మొత్తం భూభాగంలో ఉన్న యురేనియం, థోరియంలో 95%, పొటాసియంలో 82%, పటలంలో ఉన్నాయి). భూతలానికి గల ఉష్ణ ప్రవాహము, యింపుమించు పూర్తిగా పటల ప్రావార వ్యవస్థలో రేడియో ధార్మికతవలన జనించిన వేడిమి వలననే.

ప్రప్రథమ భూపటలభాగపు మందం తక్కువేనని (సుమారు 10. కి.మి) సామాన్యంగా ఒప్పుకొనేదే కాని, ఇది గ్రానైట్ శిలామునూ లేక బసాల్ట శిలా సముదాయమూ, అన్న విషయంలో మాత్రము తీవ్రమైన భేదాభిప్రాయాలున్నాయి.

తైథిల్ క్రియకు దోహదకరమైనవి లేకపోవడంతో చంద్రునిపైన తొలి పటంపు చరిత్ర నిశ్చితం చేయబడింది. భూమి మీద మాత్రం ప్రప్రథమ పటలం గుర్తించ వీలు కావడంలేదు. బహుళః కొంత పునర్నిర్మాణం జరిగి వుండవచ్చు. 3750 మిలియను సంవత్సర వయస్సు చెప్పగల ఆర్థోనైట్లు, మెటాసెడిమెంటులు పశ్చిమ గ్రీన్ లాండ్ లో ఉన్నాయి. ఇవి భూమిపై లభ్యమయ్యే వాస్తో అతిపురాతన శిలలు - 3700 మిలియన్ సంవత్సరాల కంటే ఎక్కువ వయస్సుగల శిలలు - భారతదేశంలో మైసూర్, రాజస్థాన్, బీహార్ లో కనిపిస్తున్నాయి. మౌలికమైన పటంపు విభంగాల వెంబడి, ఆర్క్యాయిన్ గ్రీన్ స్టోన్ మేఖలలు శకలమయి అవశేష శిలలతో అంతర సంస్తరిత బసాల్టాలు, ఆండిసైట్లు మొదలైనవి పలచగా రూపొందించ బడ్డాయి. ఈ రేణువులను తరచుగా ప్రాక్ కేంబ్రియన్ పీట్ ప్రాంతాల్లో గుర్తించవచ్చు ఉదాహరణకు మైసూర్ లోని ధర్వార్ గ్రీన్ స్టోన్ మేఖలలో NNW-SSE). ఖండపరిణామ క్రమంలో పటలం అనుక్రమణీయంగా దట్టమవడంతో గ్రీన్ స్టోన్ మేఖలల, బొమవిరూపకారక స్థితి విన్యాసాలు పునరావృతం కాక పోవడం కారణంచేత వీని ఏకైకత కనిపిస్తుంది. దక్షిణాఫ్రికా (రోడీషియా, కాప్ వార్ క్రేటస్టు), టాంజానియా, పశ్చిమ ఆస్ట్రేలియా, కెనడా, ఇండియా మొదలైన చోట్ల ఈ గ్రీన్ స్టోన్ మేఖలలు పున్నట్లు తెలుస్తోంది.

గ్రీన్ స్టోన్ మేఖలలు ఆర్థికపరంగా చెప్పుకోదగినంత ప్రాముఖ్యం కలిగి వున్నాయి. బంగారం, క్రిసెటైల్, ఆన్ టెస్టాన్, క్రోమియం, నికెల్ నిజేపాలు గ్రీన్ స్టోన్ లో కూడి వుంటాయి. ఇనుము, సిలికాన్, మాంగనీస్ లకు, పట్టిత విన్యాసాలలో ఇనుమునకు, ప్రాక్ కేంబ్రియన్ కాలపు పాచు శ్రేణి మాంగనీస్ ధాతువులకూ (మైసూర్, మధ్య

ప్రదేశ్, బీహార్, ఒరిస్సాలలోని పట్టణ నిర్మితిగల హెమచైట్ క్వార్ట్జైట్లు, మధ్యప్రదేశ్ లోని గోండ్లైట్ మాంగనీస్ ధాతువులు) గ్రీన్ స్టోన్ మేఖలలోని ఆర్కేయిన్ అగ్నిపర్వత శిలలు ఆలవాలంగా అనిపిస్తున్నాయి. ఇంతేకాక గ్రీన్ స్టోన్ లోకి చొచ్చుకు వచ్చిన గ్రానైట్లు పిగ్మలైట్లతో, తగరం (కేసిటరైట్), నియోబియం, టాంటలమ్ (నియోబో-టాంటలైట్), బెరిలియం (బెరిల్), లిథియం (లెపిడొలైట్) ధాతువులు కూడుకొని వుంటాయి.

గ్రీన్ స్టోన్ మేఖలకు భిన్నంగా, ప్రాక్ కేంబ్రి

యన్ చలన మేఖలలు (తూర్పు కనుమలు ఇందుకు ఒక చక్కని ఉదాహరణ) హెచ్చుస్థాయి రూపాంతర ప్రాప్తి, సంకీర్ణవతులు, భ్రంశాలు గల నిర్మితి కలిగి గ్రానైట్ల జేషన్ కలిగి వుంటాయి. బహుశా యివి పునర్నిర్మాణం గావించబడ్డ జ్వాలాబిల పదార్థం కావచ్చు. తూర్పు కనుమల చలన మేఖల విషయంలో, ధార్వాద్ల పునర్నిర్మాణంవల్ల ఏర్పడిన పదార్థం కూడుకొని వుండవచ్చు.

ఆ.మూ:- ఆచార్య యు. అశ్వత్థనారాయణ.

తెలుగున : డా॥ కె. శ్రీరామమూర్తి.

## 201. ఖనిజాన్వేషణ

మానవుడు ప్రాచీనకాలం నుండి ఖనిజములను వాడటం నేర్చుకున్నాడు. క్రమంగా పారిశ్రామిక సాంకేతిక, అభివృద్ధితో పాటు ఖనిజముల ఆవశ్యకత కూడా విపరీతంగా పెరిగి, అనేక రకముల ఖనిజముల సరఫరాపై వత్తిడి కలిగినది. తత్ఫలితంగా చాల ఖనిజముల విషయంలో కొరత ఏర్పడి, మానవుడు వాటికై ఆన్వేషించవలసి వచ్చింది.

ఈ పృథ్విపై శిలావరణలో అనేక రకముల శిలలు ఏర్పడిన రీతిగనే ఖనిజములు కూడా ఏర్పడినవి. నిజానికి శిలలు ఖనిజ మణితములే. అయితే ఒక్కొక్క చోట మానవునికి ఉపయోగపడే ఖనిజములు పెద్ద ఎత్తున నిక్షేపితములై ఖనిజ నిక్షేపములుగా ఏర్పడుతాయి.

అదిలో ఇటువంటి ఖనిజములు, ఖనిజ నిక్షేపములు, కేవలం యాదృచ్ఛికంగాను, అప్రయత్నంగాను కనుగొనబడినవి. కాని క్రమంగా ఉపరితలంపై ఉన్న నిక్షేపాలన్ని తరిగిపోవడంలో భూ

గర్భంకోసం మరుగుపడిన ఖనిజపు వనరులను ఆన్వేషించవలసిన అవసరం ఏర్పడినది. అంతేకాదు, క్రమంగా సముద్రగర్భంలో దాగొనిన నిక్షేపములనుగూడా వెదకి సేకరించవలసిన కాలం వచ్చిందని చెప్పవచ్చు.

శాస్త్రీయ పద్ధతుల ద్వారా ఖనిజపు నిక్షేపములను వెదకటయే ఖనిజాన్వేషణ అనబడుతుంది. ఈ అన్వేషణలో ముఖ్యంగా మూడు పద్ధతులు ఉపయోగంలో ఉన్నవి: 1. భూశాస్త్ర పద్ధతులు 2. భూభౌతిక పద్ధతులు 3. భూసాంసాయనిక పద్ధతులు.

**భూశాస్త్ర పద్ధతులు :**

ఈ పద్ధతిలో 1. ప్రాథమిక పర్యవేక్షణ (Reconnaissance Survey),

2. ఖనిజ నిక్షేప్రదేశముల భూ శాస్త్రీయ విపుల పరిశీలన (Detailed geological investigation),

3. బరహారంద్రములు, కందకముల గోతుల త్రవ్వకము ద్వారా మచ్చులు లేక నమూనాలు తీయుట (Sampling),



4. ఖనిజపు వనరులలో నిర్వహణను అంచనా చేయుట.

ప్రాథమిక/సంక్షిప్త పర్యవేక్షణలో ఖనిజ నిక్షేపముల ఉనికిని తెలియజేసే సూచికాంశములను గ్రహించే ఉద్దేశంతో, ప్రదేశమునంతా గాలించుట జరుగుతుంది. నిక్షేపములోని ఖనిజములు ఆక్సీకరణం చెందిన ఫలితంగా వచ్చిన గౌణ(Secondary) ఖనిజములు; విఘాతము, విఘటన చెందిన ఖనిజపు రేణువులు; భౌతిక స్వరూప, నిర్మాణాత్మక, శిలాత్మక సూచికాంశములు, ఈ ప్రాథమిక దశలో చాల ఉపకరిస్తాయి.

విపుల పరిశీలన దశలో, నిక్షేపములకు ఆనుబంధ శిలలలో గల సంబంధము, నిక్షేపములో గల ఉపయక్త ఖనిజముల సహజ స్వభావము, ధర్మములు, నిర్మాణాత్మక, జనన సంబంధ వివరములు నిక్షేపము ఎంత మేరకు వ్యాపించి యుండునను అంశములపై విశద అనుశీలన జరుగుతుంది. దీనివలన ఆ నిక్షేపం క్రమంగా ఆర్థిక స్తోమకగల ఖనిగా రూపొందగలదో లేదో తెలియవస్తుంది.

నిక్షేపముల ఉనికిని తెలుసుకొన్న తరువాత ఆ ఖనిజముల స్వరూప స్వభావాని నిర్ణయం నిమిత్తం, నమూనాలు సేకరించవలసి వుంటుంది. ఇందు ఉపరితలమునకు దగ్గరలో ఉన్న నిక్షేపములనుండి కండకములు, గోతుల త్రవ్వకం ద్వారాను, ఎక్కువ లోతు ఉన్న వాటినుండి బరమాగంధముల ద్వారాను, నమూనాలు లేక మచ్చలు తీయడం జరుగుతుంది. ఈ విధంగా ఆక్సీకరణం చెందిన ప్రాథమిక ఖనిజపు నమూనాలను నిక్షేపము నుంచి ఒక క్రమపద్ధతిలో సేకరించి, నిర్దిష్ట రీతులలో అంశీభూత మూలద్రవ్యముల రసాయనిక సంఘటనను తెలిసికొని, ఖనిజముల శ్రేణిని, నిక్షేపములో ఆ బాపతు నిర్వహణను అంచనా వేయడం జరుగుతుంది. ఈ భూశాస్త్ర పద్ధతులు ఖనిజపు అంచనాలకే గాక వాటిని సులభంగా త్రవ్వితీసే గనివర్యల

(mining methods) నిర్ణయంలోను, తక్కువ శ్రేణి, ముడి ఖనిజపు భాగముల శ్రేణికై అభివృద్ధి దాయక ప్రక్రియల (Beneficiation Processes) నిర్ణయంలోనూ కూడా చాలా సహాయకారంగా ఉంటాయి.

### భూ భౌతిక పద్ధతులు

భూ భౌతిక పద్ధతులు గత 40 సంవత్సరములలో ఖనిజాన్వేషణ కార్యక్రమములలో విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చాయి. ముఖ్యంగా ఉపరితలము నకు కొంత లోతున ఉండి భూశాస్త్ర పద్ధతులకు, అందుబాటులో లేని ఖనిజపు వనరుల అమాకి తీయడంలో భూభౌతిక పద్ధతులు ఉపకరిస్తాయి. రాతి చమురు (Petroleum) వనరుల అన్వేషణలో ఈ పద్ధతులకు మరింత ప్రాముఖ్యము వచ్చినది.

సాధారణంగా ఈ భౌతిక పద్ధతులన్నీ భూగర్భంలో గల వివిధ ఖనిజములలోను, శిలలలోనూ ఉండే విభిన్నతల ద్వారా భూమికి భౌతిక లక్షణాలలో ఏర్పడిన అసాధారణ వ్యత్యాసములను లేక వైపరీత్యముల (anomalies) ను కొలిచి నిర్ణయించడం మీద ఆధారపడి ఉన్నాయి. భూమికి సహజంగా ఉన్న గురుత్వాకర్షణ శక్తి, అయస్కాంత శక్తి, కృత్రిమంగా భూమిలో ప్రసారం చేయబడిన విద్యుచ్ఛక్తి, విద్యుత్-అయస్కాంత శక్తి, భూప్రకంపన ప్రసార శక్తులలో ఏర్పడిన వ్యత్యాసములు; రేడియో ధార్మిక మూలద్రవ్యాల ఉనికి వలన ఏర్పడిన ప్రాంతీయ రేడియోధార్మిక లక్షణములలో వచ్చే వ్యత్యాసములు, ముఖ్యంగా తోడ్పడతాయి. భూగర్భంలోని ఖనిజపు నిక్షేపముల ఉనికి ద్వారా ఈ లక్షణాలలో ఏర్పడిన వ్యత్యాసములు స్వల్పములయినా, అత్యంత స్వల్ప వ్యత్యాసములను కూడా గ్రహించి నమోదు చేయగల అతిసునిశిత యంత్రములు తయారుచేయడం ద్వారా ఈ పద్ధతులు ఖనిజాన్వేషణలో ఉపకరించ గలుగుచున్నాయి.

### గురుత్వాకర్షణ పద్ధతి :

ఈ విశ్వమందు గల ద్రవ్యరాశులన్నింటికీ పాస్పర ఆకర్షణ శక్తి కలదనీ, దానివల్లనే అవి తమతమ నిర్దిత స్థానములలో నిలువగలుగు చున్నవనీ వినాడో మానవుడు కనిపెట్టినాడు. భూమికి కూడా ఏవస్తువునైనా తన కేంద్రమువై పులాగే గురుత్వాకర్షణ శక్తి వున్నది. ఈ శక్తి భూతల ప్రదేశము బట్టి కొంతవరకు మారినా, (ఉదాహరణ: భూమధ్య రేఖనుంచి ధ్రువములవై పు పోయినకొలది పెచ్చుతుంది) ఈ మార్పు కొన్ని నిర్దితాంశములపై ఆధారపడుటచే, ఒక నిర్దిత క్రమంలోనే ఉంటుంది. ఏదైనా ఒక ప్రదేశంలో ఈ గురుత్వాకర్షణ ఉండవలసిన దానికన్న మిక్కిలి తక్కువగా గాని, ఎక్కువగా గాని, ఉన్నప్పుడు, సాధారణంగా ఈ శక్తిపై తమ ప్రభావం చూపే అక్షాంశ, ఉష్ణోగ్రత, ఔన్నత్యము (altitude) ల వంటి అంశాల ద్వారా సంక్రమించే తేడాను తీసివేయగా మిగిలిన వ్యత్యాసమును, ఆ ప్రాంతపు భూగర్భంలోని శీలలు, ఖనిజముల వంటి ద్రవ్యరాశులలో గల వ్యత్యాసముగా పరిగణిస్తారు.

ఆదిలో ఈ గురుత్వాకర్షణ కొలుచుటకు పెండులమ్ (Pendulum). టార్జన్ తులాండము వంటివి వాడినా ప్రస్తుతము అవి వాడుకలో లేవు. అత్యంత స్వల్ప వ్యత్యాసములను (0.01 మిల్లీగ్రాంట్) ఖచ్చితంగా కొలువగల గురుత్వాకర్షణ మాపకము (Gravimeter) ప్రస్తుతం వాడుకలో ఉన్నది. దీనిని అడినున్నితమైన ఒక స్ప్రింగు బాలెన్స్ (Spring Balance) గా పరిగణింపవచ్చు. దీనిని క్షేత్రము వద్దకు తీసుకొని వెళ్ళి ఏదైనా ఒక క్రమ పద్ధతిలో (ఉదాహరణకు : చతురస్ర పలాకారము) స్థానములు నిర్ణయించి నిర్దిత స్థానములందు గురుత్వాకర్షణ కొలిచి ఆ విలువలను సరిదిద్ది, పటములుగా గీచి, పరిశీలిస్తారు. ఈ విధానం ఉపరితలము నకు చేరువలోనున్న భారీనిక్షేపముల ఉనికిని తెలు

సుకొవడానికి ఉపకరిస్తుంది. ఆ నిర్ణయమైనా ఖచ్చితంగా చెప్పట సాధ్యం కాదు.

### అయస్కాంత పద్ధతి :

గురుత్వాకర్షణలనే భూమికి అయస్కాంతశక్తి కూడా సహజమైనది. ఈ శక్తి కూడా అన్ని ప్రాంతములందు వ్యాపించి భూమధ్య రేఖవద్ద తక్కువగాను, క్రమంగా హెచ్చుతూ ధ్రువ ప్రాంతములలో ఎక్కువగాను ఉంటుంది. ఉష్ణోగ్రత, అయస్కాంత తుఫానులవంటి అంశాలు కొంతవరకు భూ అయస్కాంత శక్తిపై తమ ప్రభావం చూపుతాయి. సూదంటురాయి ద్వారా ఈ శక్తిని తెలుసుకోవచ్చును. అయస్కాంత మాపకము (magnetometer) ద్వారా ఈ శక్తిని కొలిచి, వివిధ ప్రాంతములలో గల తారతమ్యములను నిర్ణయించవచ్చును. మ్యాగ్నెటైట్ (magnetite) వంటి ఖనిజపు వనరుల ఉనికిని తెలుసుకొనుటకు ఈ పద్ధతి ఉపకరిస్తుంది. ఇది కూడా కొన్ని పరిమితులకు లోబడినదే; అందువలన ఇదికూడా సంక్షిప్త పర్యవేక్షణ పద్ధతేగాని, విశదాన్వేషణకు ఉపకరించదు.

### విద్యుత్ పద్ధతులు :

భూమిలోనికి విద్యుత్ శక్తిని పంపినప్పుడు చాలా ఖనిజములు, శీలలు మంచి విద్యుత్ వాహకములు కాకపోవుటచే బాగా ప్రసరింపజేయవు. కాని సూక్ష్మ రంధ్రములలో నీరు చేరినప్పుడు గాని, కొన్ని విద్యుత్ వాహకములైన ఖనిజములున్నప్పుడు గాని, విద్యుత్ శక్తి ప్రసారం బాగా పెరిగి నిరోధక శక్తి తగ్గుతుంది. ఒక ప్రదేశంలో విద్యున్నిరోధక శక్తినిగాని, వాహక శక్తినిగాని, కొలిచి ఆ విలువకున్నూ ఉండవలసిన విలువకున్నూ గల తేడాను నిర్ణయించి విద్యుత్ వాహక ఖనిజముల ఉనికిని, నీటివనరుల ఉనికిని తెలుసుకోవచ్చు. వీటిలో విభిన్న పద్ధతులున్నాయి. కాని ముఖ్యంగా రెండు పద్ధతులు ఉపయోగంలో వున్నాయి.

1. స్వయం విద్యుత్ శక్తతా పద్ధతి ( Self-Potential Method ):- ఇందు ఆక్సీకరణం చెందిన సల్ఫైడ్ ఖనిజముల స్వతః ప్రేరిత ధృవీకరణము వలన ఉత్పన్నమగు సహజ విద్యుత్ షేత్ర శక్తిని కొలుస్తారు.

2. విద్యున్నిరోధక పద్ధతి (Resistivity Method):- దీనిలో దై నమో నుండిగాని, బ్యాటరీ నుండి గాని కృత్రిమ విద్యుత్ ప్రవాహమును - అన్వేషించ వలసిన-వేలలోనికి ప్రసరింపజేసి ఆ షేత్రమునందు ఏర్పడిన విద్యుత్ వాహకతా నిరోధక శక్తిని కొలిచెదరు. ఇందుకు సాధారణంగా మెగ్గర్ భూశోధకమును గాని, గిష్-రోనా పరికరమునుగాని నిష్పత్తి మాపకములనుగాని వాడవచ్చును. ఈ పద్ధతులు మంచి నీటివనరుల ప్రదేశ నిర్ణయంలో ఎక్కువగా ఉపయోగపడుతాయి.

**విద్యుత్ - అయస్కాంత పద్ధతులు :**

ఇటీవల-ముఖ్యంగా గతరెండు దశాబ్దాలలో - బాగా పరిశోధింపబడి అనేక రకాల ఖనిజ నిక్షేపముల అన్వేషణలో వినియోగపడిన పద్ధతులలో విద్యుత్-అయస్కాంత పద్ధతి ఒకటి. సూత్ర ప్రాయంగా చెప్పాలంటే, భూమి మీద పరచబడిన తీగెద్వారా ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపడం వలన భూభాగమును విద్యుత్ వంతముచేసినపుడు ఆ షేత్రములో విద్యుత్ వాహక ఖనిజ రాశులు ఉంటే వాటిలో గొణ విద్యుత్ శక్తి (Secondary field) ప్రేరేపించబడుతుంది. కాని ఈ శక్తి ప్రసార లక్షణములు ప్రాథమిక షేత్ర లక్షణములకు వ్యతిరేకముగా ఉండి దాని ప్రభావమును మార్చుచేస్తాయి. ఈ ప్రాథమిక షేత్రాల లక్షణాలలో వచ్చిన మార్పును కొలిచి తద్వారా నిక్షేపాల ఉనికిని కనిపెట్టవచ్చు. ఇందులో కూడా విభిన్న పద్ధతులను రూపొందించి, మెరుగుపరచి బ్రిటన్, అమెరికా, కెనడా, స్వీడెన్, వంటి దేశాలలో విజయవంతంగా ఉపయోగిస్తున్నారు.

**భూకంపన విధానములు:**

ఇవి ముఖ్యంగా రాతివమురు షేత్రముల ఉనికిని కనుగొనుటలో విరివిగా ఉపయోగించబడుతాయి. ఈ పద్ధతులు శీలలకు గల రెండు ప్రధాన లక్షణముల మీద ఆధారపడినవి.

1. స్థితిస్థాపక తరంగముల ప్రసరణములో వివిధ శీలలకు గల తారతమ్యము.

2. గొణశీలలు ఇతర శీలలతో కలిగియుండు ఖచ్చితమైన సరిహద్దులు.

ఈ పద్ధతిలో పరిశీలించవలసిన షేత్రము వద్ద చిన్న బరమారంద్రమును తొలిచి, దై నమైట్ (Dyn-amite) వంటి ప్రేలుడు సామాగ్రి దట్టించి ప్రేల్చుతారు. తత్ఫలితంగా జనించిన స్థితిస్థాపక తరంగములను నిర్ణీత దూరములుగల ప్రదేశములలో ఏర్పాటు చేసిన జియోఫోన్ (geophone)ల ద్వారా గ్రహించి సైస్మోగ్రాఫ్ (Seismograph)తో రికార్డుచేయుదురు. ప్రేల్చిన లక్షణమును, తరంగములు జియోఫోన్ లను చేరిన కాలములను జాగ్రత్తగా పరిశీలించి షేత్రమున గల శీలల స్వభావము, నిర్మాణ క్రమము, నిర్ణయించ వీలవుతుంది.

ఇందులో రెండు పద్ధతులన్నాయి:

1. వక్రీభవన పద్ధతి
2. పరావర్తన పద్ధతి.

వీటిలో పరావర్తన పద్ధతి చాల ఖచ్చితమైనది. దీనిలో చాల లోతువరకు గల శీలల సమాచారము సమగ్రంగా తెలుసుకోవచ్చు. మిగత భూభౌతిక పద్ధతులవలెనే ఇది కూడా కొంతవరకు పరిమితమైనది. అంతేకాక మిగత పద్ధతుల కన్నను ఇది చాల ఖర్చుతో కూడినది. కనుకనే ఈ పద్ధతి రాతివమురు షేత్రముల అన్వేషణలో మాత్రమే ముఖ్యంగా వాడబడుచున్నది. అయితే ఈ పద్ధతి కూడా ఆ షేత్రములలో గల శీలల స్వభావము, నిర్మాణ క్రమము, లోతు, వగైరా భౌతిక లక్షణములనే సూచిస్తుంది. కాని చమురు ఉన్నదా, లేదా తెలియపరచదు.

### రేడియో ధార్మిక పద్ధతులు :

ఈ పద్ధతులు భూమ్యంతర్భాగములో సహజరేడియో ధార్మిక ఖనిజముల స్వభావ విదళనముమీద ఆధార పడినవి. గైగర్ కౌంటర్, సింటిలేషన్ కౌంటర్ (Geiger Counter, Scintillation Counter) వంటి సూక్ష్మగ్రాహి యంత్రముల ద్వారా భూమిలో ఉన్న యురేనియమ్, థోరియమ్ వంటి రేడియో ధార్మిక మూలకముల విదళనజనితమైన గామా వికిరణ (gamma radiation) శక్తిని కొలుస్తారు. ఇతర ప్రదేశముల కంటే ఈ రకపు ఖనిజములున్న ప్రదేశములు అధిక రేడియో ధార్మిక శక్తిని చూపిస్తాయి. ఈ పద్ధతులు కేవలం రేడియోధార్మిక ఖనిజ నిక్షేపముల ఉనికిని తెలియజేయుటకు మాత్రం వినియోగ పడతాయి. అవికూడా తక్కువ లోతులో ఉన్న పుడే కనుగొనుట సాధ్యము.

### భూ రాసాయనిక పద్ధతులు :

శిలావరణపు ఉపరితలము నిరంతరం వాతావరణ జలావరణముల ప్రభావానికి లోనై, క్షరణ, ఆక్సికరణ, ద్రావణ ప్రక్రియలకు లోనవుటచే శిలలో అనేక భౌతిక, రసాయనిక మార్పులు కలుగుతాయి. తక్కువ లోతున ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపములు కూడ ఈ చర్యలకు గురి అయినపుడు, వాటిలో సాధారణ శిలల అవశ్యక మటక మూలద్రవ్యములే కాక అనేక ఇతర మూలకములు కూడా సాంద్రీకృతము లగుటచే అవి నీటిలో కరిగి పైనున్న మట్టిపొరల లోనికి ఎచ్చితత్పూర్వపు లేక మూలకముల (trace elements) వ్యాపనముతో ప్రస్ఫుటమగు మార్పులు తీసుకువస్తాయి. ఆక్సైడ్ ఉన్న మట్టి, నీరు మాత్రమే గాక, అచ్చట పెరుగు మొక్కలు కూడా నీటిలో కరిగిన మూలకములను సేకరించి భద్రపరుస్తాయి. ఖనిజీకరణం జరిగిన ప్రాంతములలో ఉపరితల మండలములలో, బట్టి గొణ భూరాసాయనిక వైపరీత్యముల (anomalies)ను ఆరాతీసి గుర్తించుట

యే భూరాసాయనిక పద్ధతుల ప్రాతిపదిక సూత్రం.

ఇందుకు ఖనిజ నిక్షేపముల ఉనికిని అనుమానించిన ఉపరితల ప్రదేశములలోని మట్టి, నీరు, మొక్కలనుంచి క్రమపద్ధతులలో నమూనాలను సేకరించాలి. వై మట్టిపొర కొంత తీసివేసి, అచ్చట నుంచి బేటికరమాను ఉపయోగించి మట్టి నమూనాలు తీయవచ్చు. ఆ ప్రదేశములలో ఉన్న ప్రభావాలు, చెరువులు, బావులనుండి నీటి నమూనాలు తీయవచ్చు. మొక్కల నమూనాలు తీయడానికి కొంత వృక్షశాస్త్ర పరిజ్ఞానం అవసరం. ఎందుకంటే అన్ని రకాల చెట్లు, మొక్కలు, ఇందుకు ఉపయోగించకపోవచ్చు. కొన్ని మొక్కలు తాము పీల్చుకొన్న నీటిలో రాగి, సీసము, కోబాల్ట్ వంటి మూలద్రవ్యములు అధిక సాంద్రతలో ఉన్నప్పుడు, ఆ చెట్ల ఆకులు, పుష్పములు, ఫలముల రంగు, ఆకారము మొదలగు గుణములలో మార్పు కనబడవచ్చు. వీటిని సూచికా వృక్షములు (Indicator Plants) అంటారు. ఎట్టి విలక్షణములను ప్రదర్శింపని వాటిని సంచాయక వృక్షములు (accumulator plants) అంటారు. ఏ మొక్కలు మూలద్రవ్యములను విలీనము చేసుకొనుటలో కొంత ఎంపిక (Selection) ప్రదర్శింపగలవో, లేక ప్రత్యేక రకపు నేలలపై విరివిగా పెరుగునో, అట్టి మొక్కల నుండియే నమూనాలు తీయుట ప్రయోజనకరము. సాధారణంగా ఆకులలోను, రెమ్మల (Twigs)లోను మూలద్రవ్యముల సాంద్రీకరణ గరిష్టస్థాయిలో ఉండును; కనుక ఆ రెండింటినీ నమూనాలుగ తీయుట మంచిది. ఈ రెమ్మలను, ఆకులను, ఎండబెట్టి నియమిత తాపక్రమము (450°C) వద్ద కాలిమిలో కాల్చి, బూడిదచేసి, ఆ బూడిదను విశ్లేషణకు ఉపయోగించాలి. సాధారణంగా రసాయన విశ్లేషణకు పర్లమాపన పద్ధతి, జ్వాలా కాంతిమాపక పద్ధతి, పర్లమాలా రేఖన (Calorimetric, Flame photometric, Spectrographic) పద్ధతులు ఉపయోగిస్తారు.

రసాయనిక మార్పులు చెందిన (Hydrothermally altered) నిక్షేపముల నుండియు, రాతిచమురుగల షేత్రముల నుండియు జనించి, వ్యాపనమగు లేత ప్రమాణ (ఘాప్) వాయువుల (tracer gases)ను వాటి శోషణ వర్ణమాల (absorption spectra) ద్వారా గుర్తించి పోల్చడం జరుగుతుంది. అయితే ఈ వాయువులు భూమియొక్క వాతావరణముచే శోషణ (absorb) చేయబడని తరంగ దైర్ఘ్యము (wavelengths) గల శోషణ వర్ణమాలను మాప గలిగినవై ఉండాలి. లేనియెడల వాయుమండలములో కొంత ఎత్తునుండి ప్రయాణముచేయు విమానములలో అమర్చబడిన పరికరముల ద్వారా వీటిని గ్రహించుట వీలుపడదు.

ఈ విధంగా ఉపకరించే వాయువులలో అయోడిన్ (Iodine) ఒకటి. ఇది చాలా రకముఁ ఖనిజ నిక్షేపములతోను, రాతి చమురు షేత్రములతోను సన్నిహిత సంబంధం కలిగివుండే లేతవాయువు (tracer gas) గా కనుగొన బడినది. ఈ వాయువును - వాతావరణంలో సహస్ర సహస్రాంశము (1/1000, 100) లో ఉన్నప్పుడు కూడ-గుర్తించి, కొలిచి, పోల్చగల అతినూషకగ్రాహి వర్ణలేఖన మాపకము (Very Sensitive Spectrometers) సహాయంతో ఈ సర్వేలు చేయడం సాధ్యమవుతుంది. ఇట్లే ఖనిజ నిక్షేపములతో సన్నిహిత సంబంధము

కలిగిఉండే  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  వంటి లేతవాయువులను కూడా గుర్తించి వాటి సాపేక్ష సాంద్రీకరణలను కొలిచి, నిక్షేపముల ఉనికిని తెలుసుకోవడం సాధ్యమవుతుంది.

ఇక ఈ గడచిన దశాబ్దంలో (1962-72) జరిగిన సాంకేతిక ప్రగతి ద్వారా, కృత్రిమ ఉపగ్రహములు అనేకములు నిర్దిష్ట కక్ష్యలలో భూమిచుట్టూ ప్రదక్షిణ చేయుచూ, వాతావరణ, శిలావరణ, తదితర సమాచారమును ఎప్పటికప్పుడు భూమిమీది కేంద్రములకు అందించుచున్నవి. ఈ ఉపగ్రహములను భూపరితలమును చక్కగా శోధించుటకును, ప్రస్తుత ఛాయాచిత్రములను తీయుటకును ఉపయోగించి వాటినుండి భూశాస్త్రీయ వివరములు, ఖనిజపు వనరుల ఉనికిని గ్రహించే విషయ సేకరణ కూడా జరుగగలదని నిశ్చయంగా చెప్పవచ్చు.

మరొక్క విషయం. అధునాతన సాంకేతిక ప్రగతివలన వెల్లడిన అతినూషకగ్రాహి యంత్రముల సహాయమున సేకరించిన అతిసంక్లిష్ట సమాచారము (Very complex data) ను సరిదిద్ది, విడదీసి, తగినంత అర్థయుక్తంగా మనకు అందించగలిగిన కంప్యూటర్లే (computors) లేకపోతే ఈ అన్వేషణ విధానములలో ప్రగతి సాధ్యమయ్యేదికాదు.

డా॥ ఎ. నరసింగరావు.

## 202. ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని భూజలాల పరిస్థితి

మన దేశంలో జనాభా పెరుగుదల మూలంగా వ్యవసాయ కార్యక్రమాలు, పరిశ్రమలు అభివృద్ధి చెందుతున్నందువల్ల నీటి ఆవశ్యకత కూడా రోజు రోజుకీ పెరుగుతూ ఉంది. భూతల జలాల వనరులు (Surface water Resources) అవసరాలకు సరిపోనందువల్ల భూజలాల (Ground waters)

కోసం ఖారీ ఎత్తున అన్వేషించవలసి వచ్చింది. ఆంధ్రప్రదేశ్ లో -ముఖ్యంగా తెలంగాణా, రాయలసీమ ప్రాంతాలలో -మితవృష్టి, తరచుగా సంభవించే అనావృష్టి కారణంగా భూజలాలపై ఎక్కువగా ఆధారపడవలసి వస్తోంది.

**భూజలాల ఉనికి (Occurrence) :-** శిలలలోని ఖాళీస్థలాల్ని అంతరరేణు రంధ్రాలు, బీటలు, కుహరాలు అంటారు. వీటి సంఖ్య, రూపం పరిమాణం శిలరీతినిబట్టి మారుతూ ఉంటాయి. వీటిద్వారా నీరు ప్రవహిస్తూ ఉంటుంది. అందువల్ల శిలలలో ఉండే నీటి పరిమితి ఆ శిలల రీతిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

**శిలలు - సచ్చిద్రత ( Porosity ) :-** శిలలు మూడు రకాలు-అవి అగ్ని, అవక్షేప, రూపాంతర ప్రాప్త (Igneous, Sedimentary and Metamorphic) శిలలు. బసాల్ట్, రయె లైటైట్ ఆబ్సిడియన్, గ్రానైట్ వంటి అగ్నిశిలలలోను మరియు నైస్, ప్లైన్ క్వార్ట్జైట్, షేల్ వంటి రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలోను సచ్చిద్రత, ఆది (Primary) గౌణ (Secondary) భగ్నాలవల్ల ఏర్పడుతుంది. ఈ విధమైన సచ్చిద్రత లోతుకుపోయే కొద్దీ తగ్గుతుంది. వంద మీటర్ల లోతున అసలు ఉండేదేమో! ఇది ఒక ప్రాంతపు విరూపకారక (Tectonic) చరిత్రను బట్టి మారుతుంది. రూపాంతర ప్రాప్త సముదాయానికి చెందిన పాలరాళ్ళ (Marbles)లో ద్రావణీకరణంవల్ల ఏర్పడిన వివృతాలు (Solution Openings) లేదా జలశయ పరిస్థితులు (Reservoir Conditions) తరచుగా ఉంటాయి. అప్పుడప్పుడు ఇటువంటి పరిస్థితుల మూలంగా భూజల వనరులు అత్యధిక పరిమాణాలలో లభిస్తుంటాయి. అయితే సచ్చిద్రత ఒకరీతిని ఉండదు. రాశీభూతం (Massive)గా ఉండే అగ్ని, రూపాంతరప్రాప్త శిలలు చిద్ర రహితం (non-porous)గా ఉంటాయి. దక్కన్ ట్రాప్ లలో వివర సహిత ప్రవాహం (Vesicular flows)లో గౌణ సచ్చిద్రత (Secondary porosity) ఉంటుంది. అంతేకాక రాశీభూత శిలలలో భగ్న సచ్చిద్రత (fracture porosity) ఉంటుంది.

అగ్నిశిలలలోను రూపాంతరప్రాప్త శిలలలోను కైథిల్యం (weathering) వల్ల అవక్షేప శిలలలో కనిపించే అంతరరేణు సచ్చిద్రత (inter granular porosity) ఏర్పడుతుంది.

**ఇసుక (sand) - గ్రావెల్ (gravel)** సంస్తరాలలోనూ, ఇసుక రాళ్ళవంటి అవక్షేప శిలలలోను అంతర రేణు సచ్చిద్రత ఎంతో ముఖ్యమైనది. వీటిలో సచ్చిద్రత సాధారణంగా అన్ని దిశలలోనూ ఒకే రీతిలో ఉంటుంది. బంకమట్టి (clay) లో పరిపూర్ణ సచ్చిద్రత (Effective porosity) ఇంచుమించుగా అసలు ఉండదు. సున్నపురాళ్ళ (Limestones) లో భగ్న సచ్చిద్రతే కాకుండా ద్రావణీకరణంవల్ల ఏర్పడిన ఖాళీస్థలాలు కూడా సాధారణంగా ఉంటాయి.

**జలసంచయము (storage), జలబద్ధి (yield)** సచ్చిద్రత మీద ఆధారపడి ఉంటాయి.

**శిల నిర్మితి ( Structure )- భూజలము :-** స్తరీభవనము (Stratification), స్తరాలనతి (Inclination of strata), వశీభవనము (folding), భ్రంశీభవనము (faulting) మొదలైన నిర్మితియ రూపురేఖలు, భూజలాల కేంద్రీకరణకు దోహదం చేస్తాయి. అవి నీటి ఉనికిని స్థానికంగానే కాకుండా ప్రాంతీయంగా కూడా నియంత్రితం చేస్తాయి.

**జలమయ స్తరాల రీతులు (Types of Aquifers) :-** అంతర్భౌమ జలము సంతృప్త (Saturation), వాయు ప్రసరణ (aeration) మండలాలలో గుప్తంగా ఉంటుంది. సంతృప్త మండలంలోని నీటిని, భూజలమని అంటారు. వాయు ప్రసరణ మండలంలోని నీటిని మృత్తికా (soil) జలమని, గురుత్వాకర్షక (Gravitational) జలమని, కేశనాళికా (Capillary) జలమని మూడు రకాలుగా విభజిస్తారు.

ప్రవాహ యోగ్యము (Permeable) లగు శిలా విన్యాసాలను జలమయ స్తరాలు అంటారు. వాననీరు, భూతలజలాలు అంతస్పవణం (Percolate) చెంది భూమిలోని కలసివున్న ఖాళీస్థలాల్ని నింపి, భూజలాశయాలను ఏర్పాటు చేస్తాయి. అటువంటి నీరు జలతల (water-table) లేదా సీమిత (confined) స్థితులలో శిలలలో నిలువ వుంటుంది. నీరు ఈ రెండు పరిస్థితులలోనూ అగ్నిశిలలలోను ఉన్నప్పటికీ, అగ్నిశిలలలోనూ, చాపాంతర శిలలలోనూ సీమిత స్థితిలో ఉండడం అరుదు.

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో ఆర్కియన్, ప్రీ-కేంబ్రియన్, డక్కన్ ట్రాప్ శిలలలో భూజలాలు చాల తక్కువగా వుంటాయి. చార్నక్రైట్లు, ధార్వార్ విష్టలు, ఖోండలైట్లు, గ్రానైటులు, పాలరాళ్ళు ఆర్కియన్ శిలలు. కడప, కర్నూలు విన్యాసాలకు చెందిన నేలలు, క్వార్ట్జైటులు, సున్నపురాళ్లు ప్రీ-కేంబ్రియన్ శిలలు. డక్కన్ ట్రాప్లు బసాల్ట్ ప్రవాహాలవల్ల ఏర్పడినాయి. పైన చెప్పిన అన్ని శిలలలోనూ నీరు ఉండటానికి భగ్న-సచ్చిద్రత కారణము. గోండ్వానా ఇసుకరాళ్ళలోను, ఓండలి సిక్వేపాల ఇసుక-గ్రావెల్ సంస్తరాలలోను భూజలము అంతర్ రేణు స్తరాలలో చాల ఎక్కువ పరిమాణంలో లభిస్తుంది.

విస్తరణ (Distribution): భూజలాల విస్తరణ శిలల స్వభావంపైన, వాటి నిర్మితిపైనా ఆధా పడి ఉంటుంది.

ఆర్కియన్లు :- మన రాష్ట్రంలో గోదావరి లోయ, సముద్రతీర ప్రాంతము. కడప-కర్నూలు ప్రాంతాలలో తప్ప మిగిలిన అన్నిచోట్ల ఆర్కియన్లు విస్తారంగా ఉన్నాయి. ఈ శిలలలో నీరు భగ్న సచ్చిద్రత మూలంగా, నూరు మీటర్ల లోతు వరకు మితపరిమాణంలో దొరుకుతుంది. ఈ శిలలలో 80 మీ. లోతువరకూ ఉండే క్రైథిల్య మండలంలోనీరు తగుమాత్రంగా ఉంది.

జలతలం లోతు యిందుమిందు భూమి ఉపరితల ప్రాతంనుండి సుమారు 25 మీ. లోతువరకు ఉంటుంది. హైదరాబాదు, చిత్తూరు, ప్రాంతాలలో భూజలం అక్కడక్కడ సీమిత పరిస్థితిలో ఉంది.

ప్రీ-కేంబ్రియన్లు (Pre-Cambrians : ఆంధ్రప్రదేశ్ దక్షిణ - మధ్యభాగంలో ఉన్న చాపాకారపు ప్రాంతాలలోను, గోదావరి హరివాణం (basin) అందుల్లోను, కడప-కర్నూల్ విన్యాసాలు ఉన్నాయి. ఈ శిలలు బాగా వృద్ధి చెందినాయి, భ్రంశమైవాయి. సంధులు (Jointings) దగ్గర దగ్గరగాను వెడల్పుగాను ఉన్నాయి. వీటిలో సాధాణంగా క్రైథిల్యమండలం ఉండదు. ఆర్కియన్ శిలలలో నీరు నిలవ ఉండటానికి అనుకూలించిన పరిస్థితులే ఈ శిలలలో కూడా ఉన్నాయి. అయినా వీటిలో నీరు ఆర్కియన్ శిలలలో కంటే కొద్దిగా ఎక్కువగానే దొరుకుతుంది. దీనికి ఆ శిలల నిర్మితి కారణం. సున్నపు రాళ్ళలో నీరు, జలాశయ పరిస్థితులలో దొరుకుతుంది. వీటిలో నీటి బుగ్గలు (Springs) ఎక్కువ, ప్రీ-కేంబ్రియన్ విన్యాసాలలో సున్నపురాళ్ళు, ఆ తరువాత ఇసుక రాళ్ళు ఎక్కువ నీటినిచ్చే జలమయ స్తరాలు. జలతలంలోను 20 మీ. వరకు ఉంటుంది.

గోండ్వానాలు (Gondwanas) :- గోదావరి హరివాణంలో దృఢీభూతమైన (Consolidated) గోండ్వానా విన్యాసాలు విచిచ్ఛిన్నంగా కనబడతాయి. నతి (dip) సాధారణంగా ఆగ్నేయ దిశలో ఉంటుంది. స్తరాలు తరచుగా భ్రంశంకెంది కనిపిస్తాయి. గోదావరి హరివాణపు గరిష్ఠలోతు 5,000 మీ. గోండ్వానాలలో ముఖ్యంగా అంతరరేణు సచ్చిద్రత ఉంటుంది. ఈ సముదాయంలోని బరాకార్, చింతలపూడి, తిరుపతి, గొల్లపల్లి ఇసుకరాళ్ళలో జలం ఆత్యధికంగా ఉంది.

గోదావరి లోయలో నీటి ఊటలు (Seepage) నీటి బుగ్గలు అధికంగా కనబడతాయి. జలతలము

సాధారణంగా తక్కువ లోతులోనే ఉంటుంది. ఇక్కడ 200 మీ. లోతు వరకు గల సంస్తరాలలో సంచాయక పీడన తలము (Cumulative Piezometric Surface) 29 మీ. లోతువరకూ ఉంటుంది. అనేక గొట్టపు బావులలో భూజలం భూ తలంపైన కూడా ప్రవాహ (Flowing) స్థితిలో దొరుకుతుంది.

**దక్కన్ ట్రాపులు (Deccan Traps):** - మన రాష్ట్రం పశ్చిమోత్తర భాగంలో బీసాట్ సంచంద్ర ప్రవాహాలు కొద్ది ప్రాంతాలలో ఉన్నాయి. వీటిలోని రాశీభూత శిలలలో మితంగాను, వివర సహిత ప్రవాహాలలో తగుమాత్రంగాను నీరు లభిస్తుంది.

జలతలం లోతు 30 మీటర్ల కంటే దిగువున ఉంటుంది.

**రాజమండ్రి ఇసకరాళ్ళు, తుల్య స్తరాలు (Rajahmundry Sand stones- Equivalents):** - విశాఖపట్టణం, రాజమండ్రి, నెల్లూరు పట్టణాల పరిసర ప్రాంతాలలోను, కడలూరు (Cuddalore) శ్రేణికి తుల్యమైన శిలలు చిన్నచిన్న బహిర్గతంగా కనబడతాయి. ఈ శిలలలోని ఇసకరాళ్ల స్థూల రేణువుల (Coarse grained)తో బాగా ప్రవాహ యోగ్యమైనవి. అందువల్ల ఈ ఇసకరాళ్ళు దృఢీ భూతశిలలో ఎక్కువ నీటినిచ్చే జలమయ స్తరాలు.

జలతలం లోతు 30 మీటర్లు మించి వుంటుంది. సంచాయక పీడనతలము (+) 19 నుంచి (-) 45 మీ వరకు చోటు, చోటుకూ మారుతూ ఉంటుంది.

**ఒండలి (Alluvium):** - ఒక్క విశాఖపట్టణం దగ్గర తప్ప, మిగిలిన సముద్ర తీర మంతటా 60 మీ. మించిన మందంతో ఆవృథమైన ఒండలి నిక్షేపాలు విస్తరించి ఉన్నాయి. వీటి విస్తీర్ణం గోదావరి, కృష్ణ, పెన్నార్ నదుల పక్కన అధికం. ఇసక-గ్రావెల్ సంస్తరాలలో అంతరరేణుసచ్చిద్రత

ప్రవాహయోగ్యత బాగా ఎక్కువ. వీటిలో జలం అపరిమితంగా ఉంటుంది. కాని సముద్రతీరాన, ఇతర ప్రాంతాలలోని లోతుల్లో ఉన్న సంస్తరాల్లో ఉండే నీటిలో లవణాలు ఎక్కువ.

జలతలము, సంచాయక పీడన తలము తక్కువ లోతులోనే కనిపిస్తాయి జలప్రవాహ పరిస్థితులు ఈ విన్యాసాలలో ఎక్కువ.

**సేకరణ (Exploitation) :-** వ్యవసాయాది పరిశ్రమల నీటి సరఫరా కోసం భూజలాన్ని బావుల ద్వారా సేకరిస్తున్నారు. ఈ బావులు- త్రవ్వకపు బావులు (dug wells), రంధ్రపు బావులు (bore wells), వడపోత బావులు (filter points), గొట్టపు బావులు (tube wells) అనే నాలుగు రకాలుగా ఉంటాయి.

**త్రవ్వకపు బావులు :-** మనదేశపు ఆచారరీత్యా మన రాష్ట్రంలో ఈ బావులు చాలా ఎక్కువ. ఈ బావుల వ్యాసం ఒక మీటరు నుంచి 1.0 మీటర్లు వాటి ఉంటుంది. కఠిన (Hard) మైన ఆగ్ని, రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో ఈ బావుల లబ్ధి సుమారు 8 మీ. ఎత్తిపోత (draw down) రోజుకు 200 ఘ.మీ. వరకు ఉంటుంది. ఈ బావులే స్థూలరేణుయుత అవక్షేపాలలో పైన చెప్పిన ప్రమాణాలకు 1000 ఘ.మీ. వాటి నీటిని ఇస్తాయి.

**రంధ్రపు బావులు:-** ఈ బావులను 5-12 సెం. మీ. వ్యాసంతో 200 మీ. లోతువరకు త్రవ్వతారు. త్రవ్వకపు బావులలో జలబిని పెంచడంకోసం ఇట్టి బావులను వాటి ఆడుగుల నుంచి అనేక దిక్కులలో త్రవ్వతారు (Dug-Cum-Bored Wells). రంధ్రపు బావులలో రంధ్రాలున్న గొట్టాలనుకానీ, రంధ్రాలులేని గొట్టాలనుకానీ ఉంచుతారు. అవక్షేప శిలలలో వున్న ఇటువంటి బావుల జలంబి చాలా అధికము. కాని కఠిన శిలలలోని లబ్ధి సాధారణంగా చాలా తక్కువ.



**వడపోత బావులు :-** ఇవి, ముతక ఇసుకలలో రూపొందించిన రంధ్రపు గొట్టపు బావులు. వీటిని గాఢ మండలాలకో సుమారు 8 మీ. లోతువరకు మాత్రమే వుంచుతారు. ఇటువంటివి గోదావరి, కృష్ణానదుల తీరాల్లో ఎక్కువగా కనబడతాయి.

వీటి జలలబ్ధి 8 మీ. ఎత్తిపోతకు రోజుకి కనీసం 500 మ.మీ. వుంటుంది.

**గొట్టపు బావులు :-** ఈ బావులలో జలమయ స్తరాల వద్ద రంధ్రాలు వున్న గొట్టాల కూర్పును ఉంచుతారు. ఇటువంటి వాటి లోతు 600 మీ.వైగా కూడా వుంటుంది. అవశేష విన్యాసాలలో ఈ బావులు 8 మీ.లు ఎత్తిపోతకు నిమిషానికి 150-2000 లీటర్ల నీటిని ఇస్తాయి. కఠిన శిలలలో ఈ బావుల లబ్ధి సమాన ప్రమాణాలకు 500 లీటర్లు చాటటం కష్టం.

**ఆంధ్రప్రదేశ్ భూజలాల సేకరణ :**

మన రాష్ట్రంలో ఇంతవరకు 91, 287 చదరపు కిలో మీటర్ల ప్రాంతాలలో భూజల సర్వేక్షణలు జరిపారు. ఈ సర్వేక్షణల ఫలితంగా ఆయా ప్రదేశాలలో 500 గొట్టపు బావులకు వైగా వేసే అవకాశం వుందని తెలిసింది.

1989 సంవత్సరములో మొట్ట మొదటి భారత దేశపు భూజల వనరుల రెక్కల ప్రకారం ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని మొత్తపు భూజల వనరులు ఏడాదికి 21 లక్షల పాక్టారు మీటర్లు. ఇందులో 9 లక్షల పాక్టారు మీటర్ల వనరులను ప్రస్తుతం వాడుతున్నట్లుగా అంచనా వేయబడినది. అంటే 12 లక్షల పాక్టారు మీటర్ల వనరులను ఇంకా ఏదేలా వాడుకొనవచ్చు.

కొద్ది ప్రాంతాలలో తప్ప మన రాష్ట్రంలో భూజల సేకరణ - ముఖ్యంగా గొట్టపు బావుల ద్వారా సేకరించే లోతైన విన్యాసములలోని నీరు చాల

తక్కువ. సెంట్రల్ గౌండు వాటర్ బోర్డు, జియోలాజికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా మాజీ గౌండు వాటర్ డివిజనులు, రాష్ట్ర ప్రభుత్వ శాఖలవారు సుమారు 200 గొట్టపు బావులను మాత్రమే భూజల వనరులకు నిధులైన అవశేష శిలలలో నిర్మించినారు. వీటిలో చాలా వాటిని అనావృష్టికి గురి అయ్యే ప్రాంతాలలో త్రవ్వినప్పటికీ చాలా వాటిని ఉపయోగించుటలేదు. ఆంధ్రప్రదేశ్ లో కూడా భూజల సేకరణ విషయంలో తగురీతి పరిశీలన, అన్వేషణ సర్వేక్షణ చాలా చేయవలసివుంది.

**ముగింపు :-** ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని ఆర్కియన్ ప్రీ- కేంబ్రియన్, డక్కన్ ట్రాప్ కఠిన శిలలలో భగ్న సచ్చిద్రతవల్ల భూజలం-ముఖ్యంగా జలతల స్థితిలో-కొద్ది పరిమాణంలో దొరుకుతుంది. గోండ్ వానా, టెర్షియరీ కాలాలకు చెందిన దృఢీభూతమైన ఇసుక రాళ్ళలోను, అద్భుతమైన ఇసుక గ్రావల్ సంత్రాలలోను-ఆంతరరేఖ సచ్చిద్రత కారణంగా-భూజలం అధిక పరిమాణంలో దొరుకుతుంది. జలమయ స్తరాలలో ముతక ఒండలి, ఇసుక-గ్రావెల్ సమ స్తరాలు, రాజమండ్రి. గోండ్ వానా ఇసుకరాళ్లు ముఖ్యంగా చెప్పవలసినవి.

అవశేష శిలలలో అపరిమితంగా యున్న భూజల వనరులలోని సేకరణీయమైన వానిని నిర్ణయించటానికి, సరియైన రీతులలో ఉపయోగించటానికి కేంద్రీయ భూజలసంస్థ (Central ground-water Board) పెద్ద యెత్తున భూజలాన్వేషణ పథకములను తలపెట్టింది. ముందు ముందు ఈ సర్వేక్షణలు వ్యవసాయాది పరిశ్రమలకు కావలసిన నీటి సరఫరాలకు ఉపయోగించే వనరులను నిరూపించగలవు. ఈ పథకాల ఫలితాలు అనావృష్టి ప్రదేశాలలోని నీటి దాహాన్ని కూడా తీర్చగలవు.

(వ్రాత ప్రతిలోని తెలుగుభాష శైలికి మెరుగులు దిద్దిన డా॥కె.వి. సుబ్బరామయ్య, హెడ్ ఆఫ్ డిపార్టుమెంటు ఆఫ్ జియాలజీ, నానక్ రామ్ భగ వాన్ దాస్ కళాశాల, హైదరాబాదుకు రచయిత కృతజ్ఞతలు.)

డా॥ క. పి. రాఘవరావు.

ఆధార రచనలు :

1. Bala Sundaram M S. & Subramanyam V.

Ground water Resources of Andhra state with special reference to Rayalaseema Districts Geol. surv. India Bull. ser. B. No. 11. 1959.

2. Central ground water Board, Ministry of Agriculture. 1972 Summary results of ground water Exploration in Andhrapradesh (1955-70) Monograph No 1.

3. Deekshitulu M.N. Ramana Rao N. Prospects of ground water development in Rayalseema region. Seminar on Planning and development of Back

ward Region - A case study of Rayalaseema. 1970.

4. Deshmukh D.S Ground water Exploration in Godavari-Krishna Inter-Stream area, Andhra Pradesh, India; Symposium on Development of Ground water Resources. Nov. 1978. Madras. Vol III. PP.V. 113-122

5. Meinzer O. E; The occurrence of ground water in the United States with a discussion of Principles. U.S G.S Water Supply Paper 499-1928.

6. Raghava Rao K.V. An Estimate of the ground water potential of India. First Approximation; Invited speech at the Soil and Water management Symposium at Hissar, Haryana. 1969.

7. Raghava Rao. K.V. Long term ground water investigation and Management Programme in Andhra Pradesh. Andhra Pradesh Academi of Sciences Bull. NO. II-194.

## 203. భూభౌతిక శాస్త్రం

పరిచయము :

ఆధునిక విజ్ఞాన విషయాల్ని విజ్ఞాన తృప్తిపరులకు, విద్యార్థులలోకి ప్రాంతీయ భాషల్లో విపులీకరించి అందించాలనే ప్రయత్నాలు నేడు మన దేశంలో జరుగుతున్నాయి. ఈ సందర్భంలో ఇప్పటివరకూ వచ్చిన తెలుగు విజ్ఞాన సర్వస్వాలలో తగిన స్థానాన్ని పొందనట్టి భూభౌతిక శాస్త్రాన్ని ఒక ప్రత్యేక విభాగంగా ఇక్కడ క్లుప్తీకరించడం గమనీయం. భూభౌతిక శాస్త్రం భూతత్వ విజ్ఞాన విశాసానికే కాక, ఆంతర్జామిక, ఖనిజసంపదల బహిర్గతానికి కూడా సమాన స్థాయిలో సహకరిస్తున్నది. ఈ కారణంగా భూభౌతిక శాస్త్రాన్ని సాధారణ, అన్వేషణ భూభౌతిక శాస్త్ర శాఖల క్రింద వివరించడం పరిపాటి అందుచేత

ప్రస్తుత విభాగంలో ఈ రెండు భూభౌతిక శాస్త్రముఖ్య విషయాలు క్రమశః పరిచయం చేయబడ్డాయి.

మన దేశంలో తెలుగులో తప్ప తతిమ్మా లలో భౌభౌతిక శాస్త్ర వ్యాసంగాలు లేవనే చెప్పవచ్చు. ఈ దృష్ట్యా తెలుగులో వెలువరిస్తున్న ఈ భూభౌతిక శాస్త్రం - ఒక్క ఆధునిక విజ్ఞాన శాస్త్రంగా మాత్రమే కాక-దేశభాషలలో ప్రప్రథమమైన ప్రచారమును పొందే ప్రత్యేకతను కూడా కలిగి ఉంటుంది. ఇట్టి ప్రత్యేకతలు గల ఈ పరిచయ వ్యాసాలు భూభౌతిక శాస్త్రం పట్ల అనేకుల కుతూహలాన్ని పెంపొందించ గలవని ఈ విభాగాన్ని రూపొందించడంలో పాల్గొన్నవారి ఆశ.

డా॥ యం. యస్. విజయరాఘవ.

## 204. భూభౌతిక శాస్త్రం

[ప్రధాన భాగాలు, ప్రయోజనాలు

నిర్వచనం :

భూభౌతిక శాస్త్రంలో భౌతిక సూత్రాలను పద్ధతులను పరికరాలను ఉపయోగించి, భూగోళాన్ని, దానివైనా లోపల గల విభిన్న భాగాలను, పరిశోధించి, భూమిని గురించి అనేక విజ్ఞాన విషయాలను, తెలుసుకోవడమే కాక మానవాళి ఆర్థిక ప్రగతికి పనికివచ్చే అనేక ప్రయోజనాలను సాధిస్తారు. నిజానికి భూభాగాలే కాక, జలావరణ వాతావరణ పరిశీలనలు కూడా ఈ శాస్త్రపరిధిలోకే వస్తాయి. అయితే జలావరణ, వాతావరణ పరిశోధనలు, జల

విజ్ఞాన శాస్త్రం, సముద్ర భౌతిక శాస్త్రం, వాతావరణ శాస్త్రం లాంటి వేర్వేరు వివిధ శాఖలుగా రూపొందిన కారణంచేత ఈనాడు భూమి, దాని శీలావరణ, ఆంతర్భాగం పరిశోధన, అన్వేషణ మాత్రమే భూభౌతిక శాస్త్రంగా పరిగణింపబడుతోంది. ఈ వ్యాసంలో ఈ శాస్త్ర ప్రధాన భాగాలను, ముఖ్యోద్దేశాలను, రేఖా మాత్రంగా పరిచయం చేయడం జరుగుతోంది.

పరిచయము :

భూభౌతిక శాస్త్రం, భూ విజ్ఞాన శాస్త్రానికి దాదా

సన్నిహితంగా ఉంటుంది. నిజానికి ఈ రెండు శాస్త్రాల ప్రయోజనాలు ఇంచుమించు ఒకటే అయినా, పరిశోధనా పద్ధతులు మౌలికంగా విభిన్నంగా ఉంటాయి. భూ విజ్ఞాన శాస్త్రం ఉపరితలాన నుండి భూ భౌతికల (గొట్టపు బావులు) నుండి గ్రహించిన శీలలపై చేసిన పరిశోధనల ద్వారా, వీటి భౌతిక, రసాయనిక తత్వాలను, భూమిలోని శీలవిన్యాసాలు, అంతర్వి భాగాలు మొదలైన విషయాలపై నిర్ధాంతికరణం చేస్తుంది. అంతేకాక భవిష్యత్తులో గూడా ఈ శాస్త్ర ప్రయోజనాల్లో ముఖ్యమైన భాగం. భూ భౌతిక శాస్త్రంలో సునిశితమైన పరికరాలలో సర్వేక్షణలు సాగించి వచ్చిన దత్తాంశాల అర్థ వివరణ ద్వారా భూభాగాల భౌతిక ధర్మాలను భౌమశీల విన్యాసాల స్థితిగతులను, భవిష్య సంవదల ఉనికిని నిర్ధారించడం జరుగుతుంది. అధునాతన సాంకేతిక పరిజ్ఞానంవల్ల రూపొందించబడిన సూక్ష్మగ్రాహ్య పరికరాలు వాడడంవల్ల భౌతిక, గణిత, సాంఖ్యిక శాస్త్రాల్లోని వినుత్పన్న పద్ధతుల అనువర్తనాల వల్లా ఈ భూ భౌతిక శాస్త్రాన్వేషణలు నిశితంగానూ పరిమాణాత్మకంగానూ, ఉండి, మన భూతత్వ విజ్ఞాన పురోభివృద్ధికి కాక మన పారిశ్రామిక ప్రగతికి దోహదకారియైన భవిష్య సంవదన పెంపొందించు కోవడానికి కూడా ఎంతో వినియోగ దాయకం అవుతున్నాయి.

### ప్రధాన భాగాలు :

భూ భౌతిక శాస్త్రంలో, భూమిలో ఉత్పన్న మయ్యేవిగాని, భూమితో సంబంధించినవి గాని, అయిన సహజ (కొన్ని చోట్ల కృత్రిమ) భౌతిక శ్రేణుల అవేక్షణలు జరుపుతారు. వీటిలో ప్రధాన మైనవి: 1. గురుత్వాకర్షణ 2. భౌమ ఆయస్కాంత 3. విద్యుత్ 4. విద్యుదయస్కాంత 5. భూకంపన 6. రేడియోధార్మిక 7. ఉష్ణశాస్త్రశ్రేణుల పరిశోధనలు.

ప్రయోజనాల రీత్యా భూ భౌతిక శాస్త్రం-సాధారణ భూ భౌతిక శాస్త్రం, అన్వేషణ భూ భౌతిక శాస్త్రం అనే రెండు ముఖ్యభాగాలుగా రూపొందింది.

### సాధారణ భూభౌతిక శాస్త్రం :

వివిధ భౌతిక శ్రేణుల అవేక్షణల ద్వారా భూగోళం అంతటిపై గానీ, భూమిలోని పెద్ద పెద్ద భాగాలపై గానీ, జరిపే పరిశోధనలు ఈ శాస్త్ర పరిధిలోకి వస్తాయి. ఈ శాస్త్రం నేడు అనేక భౌమ ప్రయోజనాల కోసం ఉపయోగించ బడుతోంది. వీటిలో కొన్ని ముఖ్యమైనవి:

- (1) భూ పరిమాణం, భూ ఆకృతిని నిర్ధారించేందుకు ఉపయోగపడే భూ పరిమాణ శాస్త్రం.
- (2) భౌమ ఆయస్కాంత శక్తి తత్వం, స్థల కాలానుగతిక మార్పులు, పుట్టు పూర్వోత్తర కారణాలు మొదలైన విషయాలను వివరించే భౌమ ఆయస్కాంత శాస్త్రం (3) భూ కంపాల రాశి, జననమయ్యే ప్రాంతాలను, ఉత్పన్నమైన వివిధ ప్రకంపన తరంగాలను అధ్యయనం చేయడమేకాక, వీటిని బట్టి భూమి అంతర్నిర్మితిని అవగాహన చేసుకునేందుకు వీలుకల్పించే భూకంపన శాస్త్రం, (4) భౌమ రేడియో ధార్మికత నిర్ణయం తద్వారా ఇతరత్రను జననమయ్యే వివిధ ప్రాంతాలలోని భౌమోష్ణ ప్రవాహం, శీల విన్యాసాల ఉష్ణ వాహకత మొదలైన విషయాలను పరిశోధించే భౌమోష్ణ ప్రవాహ శాస్త్రం. ఇవిగాక సాధారణ భూ భౌతిక శాస్త్రం అనేక ఇతర భౌమ, అంతర్భౌమ భౌతిక ప్రక్రియా పరిశోధనలకు-అంటే ఉదాహరణకు అగ్నిపర్వతాలు, భూమిలోని విరుహకారక ప్రక్రియలు, తత్ఫలితమైన పర్వతమాలోద్భవం, భూ విభాగాల ఉద్భవ పార్శ్వ చలనాలు, భూ సమస్థితిక సమతాస్థితి వంటి అనేక సమస్యల పరిష్కారానికి - ఉపయోగకారిగా ఉంది.

### అన్వేషణ భూ భౌతిక శాస్త్రం:

సాధారణ భూ భౌతిక శాస్త్రం కన్న అన్వేషణ భూ భౌతిక శాస్త్రం ప్రయోజనోత్కృష్టత కలిగి, ముఖ్యంగా మన పారిశ్రామిక, వ్యవసాయ రంగాలకు ఉపయోగపడే నిక్షేపాల అన్వేషణకు దోహదకారి అవుతోంది. అన్వేషించే లక్ష్యాలను బట్టి భూ భౌతిక సర్వేక్షణలను అయిదు అంతర్విభాగాలుగా గుర్తించ వచ్చు. ఇవి:

1. బహిర్గత కాక, మన్ను చేతనో మంచు చేతనో కప్పబడిన శీలలను, ఆ శీలా విన్యాస తత్వాలను, నిర్మితులను, ఉపధులను, శీలాస్తర క్రమాన్ని చిత్రీకరించి, తద్వారా భౌమ నిక్షేపాల వివరణకు, పనికి వచ్చే భౌమ మాన చిత్రణా సర్వేక్షణలు;

2. మనకు ఈనాడు ఎ.తో కరువుగా ఉన్న చమురు-సహజ వాయువులు నిక్షిప్త పరచడానికి వీలకలిగిన అవశేష శీలా నిర్మితులు అన్వేషణకు ఉపయోగపడే నిర్మితియ సర్వేక్షణలు.

3. వివిధ ఖనిజ నిక్షేపాలను గుర్తించి వాటి ఉనికిని, పరిమాణాన్ని, తోతునూ, ఆర్థిక విలువలనూ, నిర్ణయించడానికి వీలకల్పించే ఖనిజ సర్వేక్షణలు.

4. మానవాళి పారిశ్రామిక, వ్యవసాయ ఆభ్యుదయానికేకాక, నిత్యావసరాలకు గూడా ముఖ్యమైన ఈనాడు అనేక ప్రాంతాలలోనూ, కొన్ని కొన్ని పొలాల్లోనూ - ఉపరితలాన్ని లభ్యంగాని నీరును అన్వేషించడానికి ప్రయోజనకారి అయిన భూగర్భ జల సర్వేక్షణలు.

5. కొన్ని ఇంజనీరింగ్ పనులలో - ఉదాహరణకు ఆనకట్టలు, పెద్ద పెద్ద కట్టడాల నిర్మాణాలలో - గల వివిధ అంతర్భాగ సమస్యల పరిష్కారానికి అవసరమయ్యే ఆధార శీలాకృతులు, వాటి భౌతిక ప్రకృతి మొదలైన విషయాలను నిర్ధారణచేయడానికి వినియోగపడే ఆధార శీలా సర్వేక్షణలు.

ఈ సర్వేక్షణలలో, అన్వేషించే లక్ష్యాన్నిబట్టి, ఆయా ప్రాంతపు భౌమ శీలా భూ భౌతిక లక్షణాలు నిర్మితుల రీతులను బట్టి అనేక సహజ కృత్రిమ క్షేత్రాల మాపనంపై ఆధారపడే గురుత్వాకర్షణ పద్ధతులు, అయస్కాంత పద్ధతులు, విద్యుత్ పద్ధతులు, విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు, భూ కంపన పద్ధతులు, రేడియో ధార్మిక, న్యూక్లియర్ పద్ధతులు, భౌమోష్ణ ప్రవాహ పద్ధతుల వంటి వివిధ పద్ధతుల ద్వారా అవేక్షణలు సాగిస్తారు. సాధారణంగా ఈ అవేక్షణలన్నిటిలోనూ, భూమి ఉపరితలంపై నుండే తగు భౌతిక పరికరాలను వినియోగించి ఆయా క్షేత్రాల మాపనం చేయడం జరుగుతుంది.

ఇంకా కాక, శీఘ్ర కాలంలో సర్వేక్షణలను పూర్తి చేయడం కోసం దుర్గమారణ్యాలలోనూ, పర్వత ప్రాంతాలలోనూ ఖనిజాన్వేషణ సాగించడం కోసం, విమానాల ద్వారాను, రాకెట్ల ద్వారాను, ఉపగ్రహాల ద్వారాను, గూడా పనిచేస్తూ ఉంటారు. అలాగే, సముద్రాల చేత ఆవరింప బడిన భూభాగాలలోని నిక్షిప్తాలను అన్వేషించడం కోసం ఈ సర్వేక్షణలు నౌకల మీదనుండి సముద్ర గర్భం నుండి గూడా చేయడం కద్దు, ఒక్కొక్కప్పుడు నిక్షేపాల ఉనికి తెలుసుకోవడానికి, ఆయా నిక్షిప్తాల వివరాలను తెలుసుకోవడానికి, భూ భౌతిక సర్వేక్షణలు భూ భిత్తికలలోనూ, గనులలోనూ గూడా చేయవచ్చు.

ఈ విధంగా సుమారు యాభై సంవత్సరాల క్రితం ఆవిర్భవించిన ఈ అధునాతన భూ భౌతిక శాస్త్రం, శాఖోపశాఖలై పురోగతి సాగించి ఒక వినుత్న పరియుక్త శాస్త్రంగా గూడా రూపొందింది. రాను రాను, ఈ శాస్త్రం నూతన విన్యాసాలు చేసి మానవాళి వైజ్ఞానిక, సాంకేతిక, ఆర్థిక ప్రగతికి మరింత దోహదకారి అవుతుందని ఆశించవచ్చు.

ఆచార్య, వి. యల్. యస్. భీమశంకరం.

మరియు

ఆచార్య, వీరభుంట్ల భాస్కరరావు.

## 205. భూ భౌతిక శాస్త్ర అధ్యయన పరిశోధనా రంగాల్లో మన రాష్ట్ర ప్రగతి

**ప్రస్తావన :-**

భూ విజ్ఞాన శాస్త్ర కుటుంబానికి చెందిన శాస్త్రాల్లో భూగోళ శాస్త్రం, భూగర్భ శాస్త్రం అతి పురాతనమైన మౌలిక శాస్త్రాలు. అయితే భూ భౌతిక శాస్త్రం అనేది ఒక అధునాతన సమ్మిళిత శాస్త్రం. సుమారు 50 సంవత్సరాల క్రితం ఆవిర్భవించి, భూమిని వివిధ భూభాగాలను ఉపరితలం మీదా తోనా గలశిలా విన్యాసాలను, వాటి నిర్మితిని, ఖనిజ సంపదను, భౌతిక పద్ధతుల ద్వారా పరిశోధనలు, అవేక్షణలు సాగించి, మన గోళాన్ని గురించి, భూ నిక్షిప్త సహజ వనరులను గురించి, పరిమాణాత్మక పరీక్షలు చేసి మన విజ్ఞాన ప్రగతికి, పారిశ్రామికాభివృద్ధికి, ఈ శాస్త్రం ఎంతో దోహదకారి అయింది.

సుమారు 30 సం॥రాం క్రితం ఆంధ్రప్రదేశ్ అని నేడు పిలువబడే ప్రాంతంలోనే కాక, యావద్భారతంలో గూడా భూ భౌతిక కార్యకలాపాలు ఏమంత చెప్పుకో దగ్గవిగా ఉండేవి కావు. 1945లో భారత భౌమ సర్వేక్షణ సంస్థ (Geological Survey of India) లో భూ భౌతిక శాస్త్రవిభాగం ప్రారంభింపబడిన నాటినుండి మనదేశంలో ఈ శాస్త్ర పరిశోధనలకు అంకురార్పణ జరిగింది, అని చెప్పవచ్చు. ఇంచుమించు అప్పుడే భారత భౌమ సర్వేక్షణ సంస్థ గోదావరిపై, రామసాద సాగర్ అనకట్ట నిర్మించ దలచిన ప్రాంతంలో జరిపిన భూ భౌతిక విశిష్ట నిరోధ సర్వేక్షణలు మన రాష్ట్రంలో ఈ విభాగానికి నాంది పలికాయి. భూ భౌతిక శాస్త్రంలోని వివిధ శాఖలలో పరిశోధనలు, అన్వేషణలు, సాగించేందుకు అవసరమయ్యే శాస్త్రజ్ఞులను తయారు చేసే ఉద్దేశంతో, మన దేశంలో మొట్ట మొదటి

సారిగా 1949లో రెండు విశ్వవిద్యాలయాలు ఈ శాస్త్ర అధ్యయన విభాగాలను ఏర్పరచి తగుశాస్త్ర సాంకేతిక విద్యాబోధనను ప్రారంభించాయి. అవి ఆంధ్ర. బనారస్ హిందూ షిశ్వ విద్యాలయాలు, ఈ విధంగా కొద్ది ఎత్తున ప్రారంభమైన ఈ శాస్త్ర కార్యకలాపాలు, మనదేశ వివిధ ప్రాంతాలలో కాలక్రమాన విస్తృతి చేయబడ్డాయి.

అందులో ముఖ్యంగా, మన రాష్ట్రం భూ భౌతిక అధ్యయన, పరిశోధన సర్వేక్షణలలో గణనీయమైన పురోభివృద్ధి సాధించిన ప్రథమశ్రేణి రాష్ట్రంగా చూపొందింది. నేడు ఆంధ్రప్రదేశ్ లో, అనేక జాతీయ, రాష్ట్రీయ సంస్థలు, విద్యాలయాలు భూ భౌతిక శాస్త్రంలోని వివిధ శాఖోపశాఖలలో విశిష్టమైన కృషిచేసి ఈ శాస్త్ర అభ్యుదయాలకే కాక మన రాష్ట్ర ఖనిజ, అంతర్జల సంపదను అన్వేషించడంలో గూడా తీయూత నిస్తున్నాయి. మన రాష్ట్ర పురోభివృద్ధికి తోడ్పడే యీ వివిధ సంస్థల ప్రగతిని సూత్రప్రాయంగా సమీక్షించడమే ఈ వ్యాసం ముఖ్యోద్దేశము. ఈ చిన్న వ్యాసంలో అనేక సంస్థలు ఇన్నేళ్లుగా జరిపిన కార్యక్రమాల నన్నిటినీ చర్చించడం దుస్సాధ్యం కనుక, ముఖ్యవిషయాలను మాత్రం ముచ్చటిస్తాను.

**శిక్షణా కేంద్రాలు**

వైన సూచించినట్లు, ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో భూ భౌతిక శాస్త్ర విద్యాభ్యాస వికాసానికి అంకురార్పణ, ఆంధ్ర విశ్వ విద్యాలయంలో, ఒక భూ భౌతిక శాస్త్ర శిక్షణా విభాగం 1949లో ఏర్పరచడంతో జరిగింది. ఆ రోజుల్లో భౌతిక శాస్త్రంలో గాని, గణితంలో గాని, భూ విజ్ఞాన శాస్త్రంలో

గాని B. Sc (Hons) పట్ట భద్రులైన వారికి ఒక సంవత్సరము, B Sc పట్టా తీసుకున్న వారికి రెండు సంవత్సరాలు శిక్షణ ఇచ్చి, ఉత్తీర్ణులైన వారికి M.Sc డిగ్రీని ప్రదానం చేసే వారు. తర్వాత 1956లో భారత ప్రభుత్వం దేశంలోని భూ భౌతిక శాస్త్ర విద్యా విధానాన్ని పటిష్ఠం చేయడానికి ఏర్పరచిన, సంఘం సలహాం ననుసరించి, భూ భౌతిక శాస్త్రంలోని వివిధ శాఖలోనూ, అనుబంధ భాగాలైన గణిత, భౌతిక; ఎంప్లొసిక్స్ శాస్త్రాలలోనూ, పాఠ్య ప్రణాళికలను విస్తృతంచేసి, మూడు సంవత్సరాల పోస్టు గ్రాడ్యుయేట్ కోర్సుగా రూపొందించి ఉత్తీర్ణులైన విద్యార్థులకు M. Sc (Tech) డిగ్రీని ఇచ్చే ఏర్పాట్లు చేశారు. ఇప్పుడు ఉస్మానియాలో ప్రతి సంవత్సరం 25 మందికి పైగా విద్యార్థులు పట్ట భద్రులౌతున్నారు. పైగా ఈనాడు ఈ విశ్వ విద్యాలయ పూర్వ విద్యార్థులు ఎంతో మంది అనేక జాతీయ, రాష్ట్రీయ భూ భౌతిక సంస్థలలో శాస్త్ర జ్ఞులై మనదేశ సాంకేతిక వైజ్ఞానిక పురోభివృద్ధికి ఎంతగానో దోహదం చేస్తున్నారు.

ఇంచుమించుగా ప్రారంభించిన నాటినుండి ఆంధ్ర విశ్వ విద్యాలయ భూ భౌతిక విభాగంలో ఈ శాస్త్ర పరిశోధనలు, అవేక్షణలు జరపడం మొదలు పెట్టారు. శిలా నమూనాల ఆయస్కాంత ధర్మ నిర్ణయంలోనూ, అంతర్జల, ఖనిజాన్వేషణ లోనూ, గురుత్వాకర్షణ, ఆయస్కాంత సర్వేక్షణం ద్వారా భౌమ మానచిత్రీకరణలోనూ, విశిష్ట విద్యుత్ నిరోధ సర్వేక్షణలలోనూ తన విధానాలను రూపొందించడంలోనూ, భూ ప్రకంపన తరంగ పరిశీలనా పద్ధతులలోనూ, ఈ సంస్థ అమూల్యమైన పరిశోధనలను సాగించింది.

ఆంధ్రప్రదేశ్ లో భూ భౌతిక శాస్త్ర అధ్యయనం ఆంధ్ర విశ్వ విద్యాలయంలో మొదలు పెట్టినా, ఈ శాస్త్ర విస్తరణ ఉస్మానియా విశ్వ విద్యాలయంలో

లయంలో గూడ జరిగింది. 1968 వ. సం॥రం లో భూ విజ్ఞాన శాఖలో ఒక చిన్న ఉపశాఖగా ప్రారంభింపబడిన భూ భౌతిక శాస్త్ర అధ్యయనా విభాగం ఐక్యరాజ్య సమితి వారి విస్తృత సాంకేతిక సహాయ పథకం (U N E P T A) సహాయంతో ఎంతగానో అభివృద్ధిచెంది ఒక అధునాతన శిక్షణా కేంద్రంగా రూపొందింది. తొలుద్వారా, భూ విజ్ఞాన శాస్త్రంలో పోస్టు గ్రాడ్యుయేట్ డిగ్రీని పొందిన విద్యార్థులకు ఒక సంవత్సరం శిక్షణ ఇచ్చే ఏర్పాటు జరిగి 1967 నుండి భౌతిక, గణిత, భూ విజ్ఞాన శాస్త్రాల్లో పట్టభద్రులైన విద్యార్థులకు 3 సం॥లు M. Sc (Tech) కోర్సుగా రూపొందించబడింది. సాధారణ భూ భౌతిక శాస్త్ర విభాగంలో ఆందులో ముఖ్యంగా, శిలా నమూనాలలో భూప్రకంపన తరంగ వేగాలు, చంద్రగ్రహ గురుత్వాకర్షణ వల్ల భూమిలో జననమయ్యే మన తరంగాలు, శిలల ఆయస్కాంత ధర్మాలు, పురా ఆయస్కాంత శాస్త్రం, ఖాద చలన సిద్ధాంతాల - పరిశోధనలు విరివిగా సాగాయి. ఈ విభాగంలో జరిగే ఆధునిక పరిశోధనల దృష్ట్యా ఈ శాస్త్ర భావి ప్రాముఖ్యతను గుర్తించి ఉస్మానియా విశ్వ విద్యాలయం, ఈ విభాగాన్ని 1988లో ఒక ప్రత్యేక శాఖగా ఏర్పరచారు. 1989లో భారత సోవియట్ ప్రభుత్వాల ప్రత్యేక ఒప్పందాన్ని పురస్కరించు కొని కేంద్ర ప్రభుత్వం విశ్వ విద్యాలయ గ్రాంటు సంఘం, ఉస్మానియా విశ్వ విద్యాలయంలో నిర్దిష్ట ప్రయోజన, లక్ష్యాలుగల ఒక అన్వేషణ భూ భౌతిక కేంద్రాన్ని (Centre of Exploration geophysics) సోవియట్ ప్రభుత్వ సాంకేతిక సహాయంతో యావత్భారత భూ భౌతిక శిక్షణా పరిశోధనా సంస్థగా ఏర్పాటు చేశారు. చమురు, సహజ వాయు, ఖనిజ, అంతర్జల భూ భౌతిక అన్వేషణలను స్వతంత్రంగా సాగించే సామర్థ్యం గల పోష్ట గ్రాడ్యుయేటులను తయారు చేయడం,

ఈ శాస్త్ర వివిధ శాఖలలో పరిశోధనలు జరిపి సర్వేక్షణ పద్ధతులను మెరుగు పరచడం విద్యార్థుల, శిక్షణలో ఉపయోగపడే పాఠ్య అనుబంధ గ్రంథాలను తయారు చేయడం, మొదలైన లక్ష్యాలలో ఏర్పరచిన ఈ కేంద్రం, క్రితం ఆరు సంవత్సరాలలో అనేక విధాలుగా విస్తృతి చేయబడి ఒక అధునాతన శిక్షణ కేంద్రంగా పేరు పొందింది. ప్రస్తుతం ఇక్కడ సంవత్సరానికి 25 మందికి మూడు సంవత్సరాల పాటు సంకీర్ణ భూ భౌతిక శాస్త్ర పద్ధతులలో, వివిధ ఖనిజావృత భౌమ ప్రాంత షేర్లాల్లో భూభౌతిక సర్వేక్షణ విధానాలలోనూ, ప్రత్యేక శిక్షణ ఇచ్చే సదుపాయాలు రూపొందించబడ్డాయి. ఇవి కాక, ఈ కేంద్రంలో వివిధ జాతీయ రాష్ట్రీయ సంస్థలలో భూ విజ్ఞాన శాస్త్ర కార్యక్రమాలలో పాల్గొనే శాస్త్రజ్ఞులకు ఒక సంవత్సరం సంగ్రహ శిక్షణ కూడ ఇవ్వబడుతుంది.

అన్వేషణ భూ భౌతిక శాస్త్రంలోని వివిధ విభాగాలలో ఈ సంస్థ అనేక నూతన ప్రయోగాలను, పరిశోధనలను, సాగిస్తోంది. మన ప్రత్యేక భౌమ పరిస్థితులకు పరికవచ్చే సంకీర్ణ భూ భౌతిక సర్వేక్షణ పథకాన్ని వివిధ ఖనిజావృత ప్రాంతాల్లో సర్వేక్షణలను జరిపి రూపొందిస్తోంది. గత ఆరు సంవత్సరములలోను సుమారు 15 మంది దాకా సోవియట్ శాస్త్రజ్ఞులు ఈ కేంద్రానికి విచ్చేసి, అనేక అన్వేషణ భూ భౌతిక శాస్త్ర పరిశోధనలలో సాంకేతిక సహాయాన్ని అందజేశారు. సుమారు 10 మంది ఈ కేంద్ర అధ్యాపకులు వివిధ శాఖలలో రష్యాలో ప్రత్యేక శిక్షణ పొందివచ్చారు. గుర్తాకర్షణ, అయస్కాంత, విద్యుత్, విద్యుదయస్కాంత, భూ కంపన భిత్తిక పద్ధతులలోనూ, ఖనిజీ అంతర్జలాన్వేషణలలోనూ భూ విజ్ఞాన, ఎలక్ట్రానిక్స్, భూ భౌతిక పరికర దత్తాంశ విశ్లేషణ, శిలా నమూనాల భౌతిక ధర్మ పరిశోధన

లలోనూ, ఈ కేంద్రం విశిష్టమైన కృషి సాగించి మన భారతదేశంలో పేరెన్నిక గన్న శిక్షణా కేంద్రంగాను, పరిశోధనా కేంద్రంగాను, గుర్తించబడుతోంది.

### అన్వేషణ, పరిశోధనా సంస్థలు

భూ విజ్ఞాన, భూ భౌతిక రంగాల్లో అన్వేషణ, పరిశోధనా కార్యక్రమాల్లో మనదేశంలో అతి పురాతన సంస్థలలో ఒకటైన భారత భౌమ సర్వేక్షణ సంస్థ (G. S. I) గణనీయమైన సేవచేసింది. 1980 లో నూట ఇరవయ్యైదవ వార్షికోత్సవం జరుపుకొనిన, ఈ సంస్థ ముఖ్యంగా మన దేశంలోని ఖనిజాన్వేషణ కార్యకలాపాలలో విశిష్టమైన పాత్రను నిర్వహిస్తోంది.

ఈ సంస్థ మన రాష్ట్రంలో గూడా వివిధ ఖనిజాన్వేషణ కార్యక్రమాలలో - అంటే అనేక లోహ, అలోహ ఖనిజాలు, నేలబొగ్గు వంటి ఇంధనాలు, అంతర్జల నిక్షేపాలు, వీటి ఉనికిని నిర్ణయించడానికి, వీటి ఆర్థిక విలువలను, విశదీకరించడానికి - ఎంతో కృషిచేస్తూ వచ్చింది. మన రాష్ట్రంలోని వివిధ శిలా ప్రాంతాలలో అనేక రకములైన ఉపరితల గాఢ, అగాఢ భౌమ మాన చిత్రీకరణలను ఈ సంస్థ సాగించింది.

ఇంకా శ్రీకాకుళం, విశాఖ జిల్లాలలో మొంగనిసు, గ్రాఫైటు అల్యూమినియం కోసం, కడప హవాణంలో రాతినార, స్థియతైటు, బరైటు సున్నపురాయి, నాపరాట్ల, ఇనుపరాయి, రాగి, యశదం, తుత్తునాగం మున్నగు ఖనిజాల కోసం, ఖమ్మం జిల్లాలోని పాఖాల్ హరివాణ ప్రాంతంలో బరైటు, రాగి, యశదం, తుత్తునాగం, మొదలైన ఖనిజాల కోసం, గోదావరి లోయలోని నేలబొగ్గు నిక్షేపాల కోసం, నెల్లూరు ప్రాంతాలలో అగ్రకం కోసం, ఉభయ గోదావరులలో గ్రాఫైటు కోసం, తెలంగాణాలో వివిధ ఖనిజాల కోసం, ఈ సంస్థ



జరిపిన సర్వేక్షణలు, పరిశోధనలు ముఖ్యంగా పేర్కొనదగినవి. ఇవిగాక తెలంగాణాలో భూజలవనరులున్న ప్రదేశాలను గుర్తించడంలోనూ, రాష్ట్ర వివిధ ప్రాంతాల్లో అంతర్జల నిక్షేపాలను విశదీకరించడంలోనూ, కోస్తా ప్రాంతాలలో ఉప్పు నీటి స్తరాల్లో అక్కడ ఉండే అంతర్జల స్తరాలను, చిత్రీకరించడంలోనూ, ఈ సంస్థ ఎంతో కృషి చేసింది. ఇవి కాక, మన రాష్ట్రంలో నిర్మాణం ఉన్న నదీ జల పథకాలలోని ఇంజనీరింగ్ సమస్యల పరిష్కారానికి ఈ సంస్థ అనేక భూభౌతిక సర్వేక్షణలు జరిపి ఆక్కడి ఆధార శిలకృతిని నిర్దేశించడమే కాక గాఢ ప్రాంత శిలా నిర్మితుల అపగాహనకు ఎంతగానో తోడ్పడింది. ఈనాడు ఈ సంస్థ దక్షిణ భారత ప్రధాన కార్యాలయం కూడా హైదరాబాదు నుండే పనిచేస్తోంది.

భారత భౌతిక సర్వేక్షణ సంస్థకు ప్రస్తుతం అనుబంధంగా ఉన్న వాయువీయ ఖనిజ సర్వేక్షణ సంస్థ కడప, పాఖాల్ హరివాణాలలోనూ, ఆచుట్టు ప్రక్కలను, విమానాల ద్వారా ఆయస్కాంత రేడియో ధార్మిక, షణీక స్పందన విద్యుదయస్కాంత భూభౌతిక సర్వేక్షణలు సాగించి, ఖనిజావృత్తి ప్రాంతాలను నిర్ధారించి ఆయా చోట్ల ఉపరితల భూభౌతిక పద్ధతుల ద్వారా ఖనిజాశ్లేషణ సాగిస్తోంది.

భారత భౌతిక సర్వేక్షణ సంస్థ నుండి ఈ మధ్యనే వేరుచేయబడి ప్రత్యేక సంస్థలుగా రూపొందించబడిన ఖనిజాశ్లేషణ కార్పొరేషన్, కేంద్ర అంతర్జల బోర్డు, స్థానిక కార్యాలయాలు హైదరాబాదు నుండి వసిచేస్తూ, రాష్ట్రంలో వివిధ ప్రాంతాల్లో ఖనిజ, అంతర్జలాశ్లేషణలలో ఎంతో కృషి సాగిస్తున్నాయి.

భూభౌతిక శాస్త్ర సాంకేతిక రంగాల్లోని వివిధ శాఖలలో పరిశోధనలు, ప్రయోగాలు, సాగించి

ప్రయోజనోత్కృష్టతను, పటిష్టం చేసే ఉద్యోగంలో కేంద్ర ప్రభుత్వ శాస్త్ర సాంకేతిక పరిశోధనా మండలి (Council of Scientific and Industrial Research) వారు హైదరాబాదులో ఒక జాతీయ భూభౌతిక పరిశోధనా సంస్థ (National geophysics research Institute) ను 1968 లో స్థాపించారు. చిన్న ఎత్తున ప్రారంభించబడిన ఈ సంస్థ గత 12 ఏండ్లలోనూ ఎన్నో రెట్లు విస్తరించబడి, అధునాతన సాంకేతిక శాస్త్ర ప్రయోగాలను, సర్వేక్షణలను సమర్థవంతంగా నిర్వహించి, నేడు మన దేశంలోనే గాక అభివృద్ధి చెందిన దేశాలలో గూడా పేరెన్నిక గన్న విశిష్ట సంస్థగా రూపొందింది. ఇప్పుడు ఇక్కడ అనేక అనువర్తిత, సిద్ధాంతపర భూభౌతిక శాఖోపశాఖలలో వినుత్తుమైన కార్యకలాపాలు సాగుతున్నాయి. మన భౌతిక పరిస్థితులకు అనువైన భూభౌతిక పరికరాలను - అందుకే ముఖ్యంగా వాయువీయ సర్వేక్షణలలో ఉపయోగించే పరికరాలను - కేవలం దేశీయ పరిజ్ఞానాన్ని విడిభాగాలను మాత్రమే వినియోగించి, నిర్మించి ప్రయోగాత్మకంగా, వీటి పటిష్టతను నిర్ధారించడంలోనూ, ఖనిజాశ్లేషణ పద్ధతులను మెరుగుపర్చడంలోనూ, అంతర్జల అన్వేషణ కార్యక్రమాలలో సంక్లిష్ట పద్ధతులను ప్రవేశ పెట్టడంలోనూ, ఈ సంస్థ గణనీయమైన కృషి చేసింది.

దేశంలో పలుమూలలలో, అరేబియా సముద్ర, బంగాళాఖాతాలలో గూడా పెట్రోల్ నిక్షేపాలను కనుగొన్న భారత ప్రభుత్వ చమురు, సహజ వాయువుల కమిషన్, మన రాష్ట్రంలోని తీర ప్రాంతాల్లో - కృష్ణా; గోదావరి జిల్లాలలోనూ, ఒంగోలు - కావలి ప్రాంతంలోనూ - గురుత్వాకర్షణ, ఆయస్కాంత, భూ కంపన పద్ధతుల ద్వారా అగాధ భౌతిక శిలా విన్యాస నిర్మితులను నిర్ణయించి చమురు సహజ వాయువుల కోసం సర్వే

క్షణలను సాగించారు. ఇంకా, కేంద్ర ప్రభుత్వ అణుశక్తి విభాగానికి అనుబంధంగా ఉన్న అణు ఖనిజాన్వేషణ విభాగం ఈ మధ్యనే ప్రైవరైజును తరలించబడింది. కేంద్ర ప్రభుత్వ శాస్త్ర సాంకేతిక శాఖవారు కొత్తగా ఏర్పరచిన సుదూర శోధక సంస్థ (Remote sensing Agency) గూడ ప్రైవరైజులో నెలకొల్పబడింది. విమానాల ద్వారాను హేలికాప్టర్ల ద్వారాను, ఉపగ్రహముల నుండి చేసిన భౌమ సర్వేక్షణ దత్తాంశాలను మన సహజ వనరులను పెంపుదలకు అనువర్తింప చేసే ప్రయత్నాల, ఈ సంస్థ పరిధిలోకి వస్తాయి. కేంద్ర ప్రభుత్వ సంస్థలే గాక, రాష్ట్ర ప్రభుత్వ శాస్త్రీయ సంస్థలు గూడా కొన్ని భూ భౌతిక పరిశోధనా, సర్వేక్షణ పద్ధతులను మన భూ నిక్షిప్త వనరుల అన్వేషణకు వినియోగిస్తున్నాయి ఆంధ్ర ప్రదేశ్ ప్రభుత్వ అంతర్జాల శాఖ రాష్ట్రంలోని అంతర్జాల సమస్య పరిష్కార కార్యక్రమాల్లో భూ భౌతిక శాస్త్ర పద్ధతులను విరివిగా ప్రవేశపెట్టింది. పంచాయతీ రాజ్యశాఖ కూడా, ఐక్యరాజ్య సమితి సహకారంతో రాష్ట్రంలో పలుప్రాంతాల్లో మంచి నీటి వనరులను అభివృద్ధి చేసే కార్యక్రమాల్లో భూ భౌతిక సర్వేక్షణలను వాడుతున్నది. రాష్ట్ర ప్రభుత్వ గనుల, భూ విజ్ఞాన శాఖ వారు గూడా ఈ పద్ధతులతో, ఖనిజాన్వేషణ కార్యక్రమాన్ని చేపట్టేందుకు కృషి చేస్తున్నారు.

ఈ విధంగా మన రాష్ట్రంలో భూ భౌతిక అధ్యయన, అవేక్షణ, అన్వేషణ, కార్యక్రమాలు ఎంతో విరివిగా చేపట్టబడి, గణనీయమైన ప్రగతిని సాధించాయి. అయితే భవిష్యత్తులో ఈ సంస్థల కృషిని ద్విగుణీకృతం చేయడమేగాక, వీటిలో కొత్త విభాగాల నేర్పరచి వివిధ భౌమ అంతర్భౌమ సమస్య పరిష్కారాల కోసం అనువర్తింప చేసి, మన రాష్ట్ర ఖనిజ అంతర్జాల సంపదను పెంపొందించ వలసిన అగత్యం ఎంతైన ఉంది ఈ రూపు మన దేశ పారిశ్రామిక ప్రగతికి ఎంతగానో అవసరమైన లోహ అలోహ ఖనిజాలు, ఇంధన శక్తి గల నేలబొగ్గు, పెట్రోలియం, అణు ఖనిజ నిక్షేపాలు, అలాగే మన ప్రజల వ్యవసాయరంగ అభ్యుదయానికి కావలసిన అంతర్జాలం, కృత్రిమ ఎరువుల తయారీకి పనికి వచ్చే ఖనిజాలు, మన సంక్షేమ కార్యక్రమానికి తోడయ్యే మంచి నీటి వనరులు, గృహ నిర్మాణానికి తగిన నిర్మాణ శిలా నిక్షేపాలు - ఇలా ఎన్నో భూ నిక్షిప్త సహజ వనరులను కనుక్కుని వెలికి తీయవలసిన బాధ్యత మనపైన ఉంది. ఈ కార్యక్రమాలన్నిటిలోను ఒక విశిష్ట స్థానాన్ని ఆక్రమించిన భూ భౌతిక శాస్త్ర అవేక్షణలను మన మున్ముందు ఎన్నో రెట్లు పెంపొందించి, ఈ శాస్త్ర సామర్థ్యాన్ని మన రాష్ట్రీయ, దేశీయ, అభ్యుదయానికి అంకితం చేద్దామని కంకణం కట్టుకొందాం.

ఆచార్య. వి. యల్. యస్. భీమశంకరం.

## 206. భూ పరిమాణ శాస్త్రం

భూ తలంపై జరిగే సర్వేక్షణ లన్నిటినీ ఏక రీతిగా ప్రమాణీకరించడానికి, భూమిపై స్థలాలను నిర్దేశక అక్షాంశ తులాకాలతో గుర్తించడానికి ఈ భూ పరిమాణ శాస్త్రం ఆవిర్భవించింది. అంతేగాక భూమి స్వరూప స్వభావాన్ని ఖచ్చితంగా తెలుసు

కునేందుకు కూడా ఈ భూ పరిమాణ శాస్త్రం సహాయపడుతోంది.

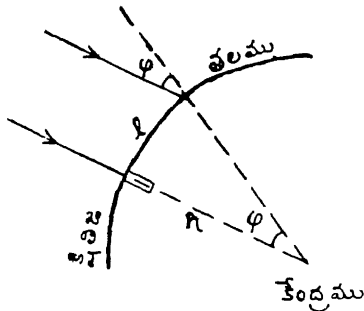
1. భూమి స్వరూప నిర్ణయం :- మైదాన ప్రాంతవానికి భూమి జల్ల పరువుగా ఉన్నట్లుంటుంది. పర్వత ప్రాంతాల వారికి భూమి నిమోన్నత సమ

న్యితమై ఆకారం ఇదమిత్యమని తేలదు. సముద్ర తీర వాసులకు దూరం నుండి వస్తున్న ఓడలను పరికించడం వల్ల భూమి ఉపరితలం వట్టువుగా ఉందని తోచక మానదు. క్రి. పూ॥ 8 వ శతాబ్ది నాటికే భూమి ఉపరితలం వట్టువుగా ఉందనే ప్రతిపాదనలు వచ్చినప్పటికీ దాని కచ్చితమైన ఆకారం నిర్ధారణ చేసేందుకు 17. వ. శతాబ్దముండి మాత్రమే సరియైన పద్ధతులలో పరిశోధనలు ప్రారంభింప బడ్డాయి.

భూమి బల్లపడవు కాక గోళాకారాన్ని పోలి ఉందనడానికి ఖండాంతర సముద్ర యానాలు, భూ ప్రదక్షిణ ప్రయాణాలు, దోహదం చేసినప్పటికీ, దాని స్వరూపం, పరిమాణం, నిర్ణయించడానికి ఈ దిగువ పద్ధతులు మాత్రమే చెప్పవలసి ఉంది

- (i) షిటిజలంపై చాపరేఖపొడవు కనుగొనుట.
- (ii) గురుత్వాకర్షణ సర్వేక్షణా పద్ధతి.
- (iii) భూ మధ్య రేఖా ప్రాంతపు ఉబ్బుపై సూర్య, చంద్రుల ప్రభావంవల్ల భూమి అవ్వనికి కలిగే పురస్కరణాన్ని పరిశీలించడం.
- (iv) చంద్రుని గమనాన్ని పరిశీలించడం
- (v) కృత్రిమ ఉపగ్రహాల గమనాన్ని పరిశీలించడం.

i. భూమిపై చాపరేఖ పొడవు కొలచుట: ఈ పద్ధతి తొలుత ఆవరించినతరు "ఎరటోస్థీను" (క్రి. పూ 273-194). వటము 1 లో ఈ



వటము 1. అక్షాంశ చాపరేఖ పద్ధతి :  $l$  = చాప రేఖ పొడవు;  $R$  = భూమి వ్యాసార్థం;  $\phi$  = పరిశీలనలో నున్న రెండు ప్రదేశములు భూ కేంద్రము వద్ద చేయు కోణము.

పద్ధతి సూచించబడింది. ఇతడు అలెగ్జాండ్రీయా, సయనే (ఈజిప్టు)ల మధ్య దూరం (1) ఒంటెలపై కొలిచి, ఈ రెండు ప్రాంతాలూ భూ కేంద్రంవద్ద చేయు కోణాన్ని (2) ఒకే సమయంలో అక్కడి సూర్యకిరణాల్ని పరిశీలించడం ద్వారా కనుగొన్నాడు. దీని నుండి భూ వ్యాసార్థం (R) తెలుసుకొనుటకు వీలయింది. సూతన విజ్ఞాన శాస్త్ర పద్ధతుల ఆవిర్భావంతో 17, 18 శతాబ్దాలలో చాపరేఖ పొడవు, కేంద్ర కోణం కొలవడంలో ఎక్కువ సునిశితత్వం సాధ్యమయింది.

1735 సం॥ లో ఫ్రెంచి శాస్త్రజ్ఞుడు పియర్రీ బూగె జరిపిన సర్వేక్షణలో 1° మధ్యాహ్న రేఖ చాపం పొడవు భూ మధ్య రేఖా ప్రాంతం నుండి ధృవాం వైపు పోతున్న కొండీ ఎక్కువవుతుందని తెలిసింది. అంటే ధృవాం వద్ద వక్రతా వ్యాసార్థం భూమధ్యరేఖా ప్రాంతపు వక్రతా వ్యాసార్థం కంటే ఎక్కువ. దీనికి కారణం ధృవాం వద్ద భూమి చదునుగా ఉండటం అన్నమాట. ఈ విధంగా భూమి ఆకారం దీర్ఘగోళం అని తెలుస్తోంది.

ఈ విషయమై ప్రస్తుత కాలంలో త్రికోణ మితియ, లెవెలింగ్, ఖగోళ పద్ధతుల ననుసరించి జ్యామితీయ సర్వేక్షణలు జరుపబడుతున్నాయి.

(ii.) గురుత్వాకర్షణ పద్ధతి: స్థూలంగా ఈ పద్ధతి క్రింది విధంగా ఉంటుంది.

భూమి మీద మావనం చేయబడిన గురుత్వ త్వరణం భూమధ్య రేఖా ప్రాంతం నుండి (978 గాల్పు\*) ధృవ ప్రాంతాలకు పోతున్న కొద్దీ ఎక్కువ అవుతుంది (ధృవాం వద్ద 983 గాల్పు). భూభ్రమణం వల్ల ఈ గురుత్వ త్వరణానికి అభిముఖంగా ఉండే అభికేంద్ర త్వరణం (ధృవాం వద్ద 0.1 గాల్పు, భూమధ్య రేఖవద్ద సుమారు 0.4 గాల్పు) తీసివేసి నప్పటికీ, భూమధ్యరేఖా ప్రాంతం కంటే ధృవ

\*1 గాల్ = 1 సెం. మీ/సెకను<sup>2</sup>

ప్రాంతాల వద్ద సుమారు 2 గాల్పు ఎక్కువ. న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతాన్నిబట్టి, భూమిపై గురుత్వ త్వరణం భూమి ద్రవ్యరాశికి అనులోమంగాను, భూ వ్యాసార్థ వర్గానికి విలోమంగానూ అనుపాతంలో ఉంటుంది. భూమి ద్రవ్యరాశి స్థిరం అనుకుంటే ఈ సిద్ధాంతం బట్టి గురుత్వాకర్షణ విలువ తక్కువ అవడానికి భూమి, అర్ధవ్యాసం ఎక్కువగా ఉండాలని స్పష్టమౌతోంది. అంటే తక్కువ గురుత్వ త్వరణం ఉన్న భూ మధ్య రేఖా ప్రాంతంలో భూ వ్యాసార్థం ఎక్కువ.

క్లైరాడ్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు 18. వ శతాబ్దంలో భూమిపై గురుత్వ త్వరణం యొక్క మార్పులకు, భూమి 'ప్లాటెనింగు' (చదునుదనం) కు ఒక సంబంధ మేర్పరిచేడు.

తరువాతి శాస్త్రజ్ఞులు (స్ట్రోమ్యు, హెల్మర్ట్ మొదలగువారు) భూమిని త్రి అక్ష దీర్ఘగోళంగా భావించి ఈ సూత్రాన్ని సవరణ చేశారు. ఈ విధంగా గురుత్వాకర్షణ సర్వేక్షణ విలువల నుంచి పై సూత్రాల సహాయంతో భూమిస్వరూపం నిర్ణయించ గలుగుతున్నారు.

(iii.) భూమి అక్షానికి కలిగే పురస్సరణాన్ని పరిశీలించడం : సూర్య చంద్రుల ఆకర్షణా ప్రభావం వల్ల భూ మధ్య రేఖా ప్రాంతంలో పోటు పాట్లు కలిగి ఆక్కడ ఉండే ద్రవ్యరాశి తాత్కాలికంగా స్పందిస్తుంది. అంచేత భూమి సహత్యోగమును కోల్పోయి అక్షంమీద ఒరుగుతుంది. ఈ అక్షం యొక్క పురస్సరణాన్ని, సూర్య చంద్రుల స్థానాల్ని సూక్ష్మంగా పరిశీలించడం వల్ల భూ మధ్య రేఖా ప్రాంతపు ఉబ్బును, తద్వారా భూమి ఆకారాన్ని తెలుసుకోవచ్చు.

(iv) చంద్రుని గమనాన్ని పరిశీలించడం :- ఈ పద్ధతిలో భూమికి అతి సమీపంలో నున్న

సహజ ఉపగ్రహం- చంద్రుని యొక్క స్థానాన్ని ఒకే సమయంలో భూమిపై వివిధ స్థలాల నుంచి చాయా చిత్రాలు తీస్తారు. చంద్రుని వెనుక నుండే నక్షత్ర సమదాయం వల్ల ఆయా స్థలాల నుండి చంద్రునిదిశ తెలుస్తుంది. ఈ ప్రదేశాల నుంచి 'రాదార్'ను గాని 'దృశ్యరాదార్'ను గాని, ఉపయోగించి చంద్రుని కేంద్రానికి ఉండే దూరాన్ని కొలుస్తారు. ఈ విధంగా భూమి ఆకారం నిర్ణయిస్తారు.

(v) కృత్రిమ ఉపగ్రహ గమనాన్ని పరిశీలించడం :- దాదాపు గత 15 సం॥ నుండి శాస్త్రజ్ఞులకు ఈ పద్ధతి అందుబాటులోకి వచ్చింది.

కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు పరిమాణంలో చంద్రుని కంటే ఎక్కువైనవి, భూమికి అతి దగ్గర కక్ష్యలో కావలసిన పద్ధతిలో ప్రవేశపెట్టడానికి అనువైనవి అవడం చేత ఈ పద్ధతి చాలా కచ్చిత మైనదిగా భావించబడుతోంది. ఇందులో కృత్రిమ ఉపగ్రహాల కక్ష్యలను, వాటి పురస్సరణాలను, దూరాల్ని, గమన వేగాల్ని మార్పుల్ని మొదలైన వాటిని చాయా చిత్రాలు, రేడియో పద్ధతుల వల్ల మాపనం చేసి, కెల్లెరు సూత్రాలతో ఉండే తేడాల్ని తెల్పు కుంటారు. ఈ తేడాల నుండి భూమిస్వరూపం నిర్ణయించ గలుగుతున్నారు.

ప్రస్తుత కాలానికి భూమి ఆకారం గోళం, దీర్ఘ గోళం కాక దాదాపు బీరీ (Pear) పండును పోలిన త్రిఅక్ష దీర్ఘగోళంగా నిర్ణయించబడింది. దీనికి కూడా ఉత్తర, దక్షిణ అర్ధ గోళాలు సౌష్ఠ్యం కాక, మధ్య అక్షాంశ ప్రాంతాల్లో అణచుకొని ఉన్నట్లు తెలుస్తోంది. ఇప్పటికీ గుణించిన పరామితులు బట్టి భూకేంద్రం నుంచి ఉత్తర ధ్రువానికి గల దూరం, దక్షిణ ధ్రువానికి గల దూరం, కంటే సుమారు 30 మీ. ఎక్కువని తేలింది. భూ పరిమాణాన్ని ఈ క్రింది విలువల నుంచి గ్రహించవచ్చు.

భూకేంద్రం నుండి ఉత్తరధ్రువ దూరం :  
6355.390 కి.మీ.

భూకేంద్రం నుండి దక్షిణధ్రువం దూరం.....  
6855.380. కి.మీ.

మధ్య శాఖ వలయ వ్యాసార్థం .....  
6876.760 కి.మీ.

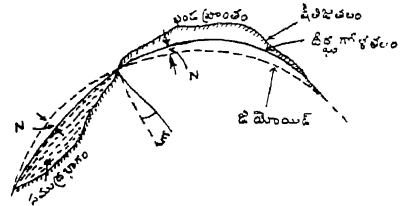
భూమి సుమారు ద్రవ్యరాశి  $5.974 \times 10^{21}$   
టన్నులు.

[కేపిండిష్ యొక్క విమోచన తుల ప్రయోగం ద్వారా భౌమ వస్తువుల ఆకర్షణ బలాన్ని గురుత్వాకర్షణ శక్తితో పోల్చి, భూమి ద్రవ్యరాశిని తెలిసికుంటారు].

## 2. జియోయిడ్

భూమిపై ప్రదేశాల నిర్దేశకాంశాలను (అక్షాంశ, తులాంశాలను) తెలుసుకునేందుకు భూమి స్వరూపం అవసరమైనట్లే, ప్రదేశాల నిమోన్నతాల్ని సూచించడానికి ఒక సూచికాతలం అవసరం. దీనికై సగటు సముద్రమట్టాన్ని తరచు ఉపయోగిస్తారు. సరాసరి సముద్రతలంతో ఏకీభవించే సమ గురుత్వ శక్తులలాన్ని జియోయిడ్ అంటారు. సరాసరి సముద్ర మట్టం, జల స్థితిక పీడనం వల్ల, అక్కడి గురుత్వాకర్షణ కనుగుణంగా రూపొంది సాధారణంగా అక్కడి జియోయిడ్ తలంతో సరిపోతుంది. ఈ ఉపరితలానికి గురుత్వాకర్షణ బలం సర్వత్రా లంబంగా ఉంటుంది. ఇంద ప్రాంతాల్లో ఈ జియోయిడ్ ఊహజనకంగా సరాసరి సముద్ర మట్టాన్ని విస్తృత పరిస్థితి ఉండే తలంగా చెప్పవచ్చు. పర్యత ప్రాంతాల్లో భూమి ఉపరితలంలో ఉండే అధిక ద్రవ్యరాశి వల్ల ఈ జియోయిడ్

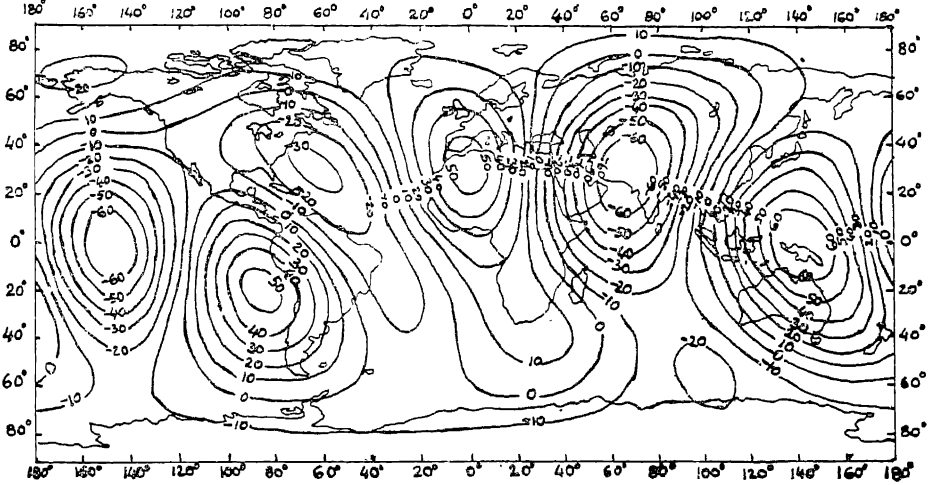
తలంపైకి ఉబుకుతుంది. అలాగే భూ తలంపై ద్రవ్యరాశి తక్కువైన చోట్ల జియోయిడ్ దీర్ఘ గోళతలం కంటే లోతుగా ఉంటుంది.



పటము 2. (అ) జియోయిడ్, దీర్ఘగోళం, ఊహజ తలాలను సూచించు చిత్రము.

పటము 2. అ.లో భూమి ఉపరితలం, సుమారుగా సరిపోయే దీర్ఘ గోళతలం, జియోయిడ్ తలం సూచించ బడ్డాయి. ఇందులో జియోయిడ్ ని తెలుసుకుంటుకు గణన చేయబడి,  $N (=$  దీర్ఘ గోళం నుండి జియోయిడ్ ఎత్తు పల్లాలు) (దీర్ఘ గోళం లంబ రేఖనుండి జియోయిడ్ లంబరేఖ ఆపసర్తనాన్ని తెలిపే కోణం) కూడ గుర్తించ బడ్డాయి.

జియోయిడ్ తలం, భూమి ఉపరితలం భూ పటంలోని ద్రవ్యరాశి విన్యాసంపై ఆధారపడి ఒక నిర్దిష్టమైన జ్యామితీయ స్వరూపాన్ని పోలి ఉండక పోవడం వల్ల, దీనిని గురుత్వాకర్షణ పద్ధతి ద్వారానే కనక్కోవాల్సి ఉంది. స్టోక్సు సిద్ధాంతం ఇందుకు ఉపయోగిస్తుంది. కాని భూమిపై గురుత్వాకర్షణ సమాచారం, ముఖ్యంగా దక్షిణార్ధ గోళంలో, తక్కువగా ఉండటంవల్ల, ప్రపంచ వ్యాప్తంగా దీర్ఘగోళం నుండి జియోయిడ్ నిమోన్నతలను నిర్వచించడం కొంత దుష్కరం. 1962 సం॥ లో ఉయోబిలో గురుత్వాకర్షణ విలువలనుంచి గుణించి ప్రమరించిన జియోయిడ్ పటం ఇక్కడ పటము 2, ఆ. లో పొందు పరచబడింది.



పటము 2. (ఆ) దీప్య గోళతలం నుండి జియోయిడ్ నిమోన్నతాలను సూచించు సమోచిత రేఖాచిత్రము. (జియోటెలాచే గుణించబడింది. 1962)

### 3. భూ సమస్థితి

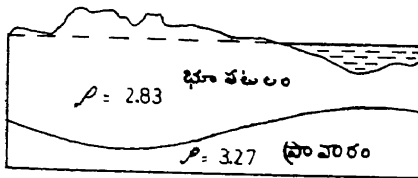
పైన తెలిసికున్న భూమి, జియోయిడ్ ల ఆకారాలు అన్ని కాలాల్లోనూ, స్థిరంగా ఉండక భూమి పైపొరల్లో భౌమ ప్రక్రియల వల్ల స్థానచలనం పొందుతూన్న ద్రవ్యరాశివల్ల మార్పు చెందుతూ ఉంటాయి. ఉదాహరణకు :- ప్రస్తుతం ప్రపంచంలో అతి ఎత్తైన పర్వతాలు గల హిమాలయ ప్రాంతం కొన్ని వేల సంవత్సరాల క్రిందట 'దెథిన్' అనే సముద్ర గర్భంలో ఉండేది. అలాగే భారత దేశపు పశ్చిమ, దక్షిణ తీరపు టంచులు ఈ మధ్య కూడ సాగర గర్భంలో కలిసి పోవడం మనకు తెలిసి నదే నమల ద్వారా కొట్టుకొని పోతున్న మట్టి కొంత కాలానికైనా సముద్రాన్ని నింపగలగాలి. కాని తేలిక పడిన ఖండ్ ప్రాంతాలు ఉత్తాన మౌతున్నట్లు మనకు భూ విజ్ఞాన శాస్త్రం ఋజువు చేస్తోంది. అంటే అంతర్లీనంగా ఉన్న ఒక కారణం భూ పటంలోని ప్రాంతాల్ని పైకి లేపడం గాని, క్రిందకు దింపడంగాని చేస్తూ సమతా స్థితిని అమలు జరుపుతూందని తెలుస్తుంది. ఈ చర్యను సమస్థితిక సమతా స్థితి అంటారు.

19 వ శతాబ్దంలో హిమాలయ ప్రాంతపు భౌగోళిక సర్వేక్షణలప్పుడు వడంబపు అపవర్తనాల్ని గుర్తించడం జరిగింది. దీనికి ప్రాబ్ మహాశయుడు పర్వత ప్రాంతాల క్రిందనున్న భూ పటంలోని ద్రవ్యరాశి సాంద్రత తక్కిన ప్రదేశాల అంతర్భాగమైన ద్రవ్యరాశి సాంద్రత కంటే తక్కువనీ, అందుచేత పర్వత ప్రాంతాల్లోని ద్రవ్యరాశి యొక్క గురుత్వాకర్షణ వల్ల వడంబం లంబదిశనుండి అపవర్తనం చెందిందని భావించాడు. భూ పటంలో శిలా సాంద్రత ఉపరితల నిమోన్నతాలపై ఆధారపడి పేచ్చు తక్కువగా ఉంటుందనీ, మొత్తంపై సుమారు 280 విశిష్ట గురుత్వం కల భూ పటం, అంత కంటే ఎక్కువ విశిష్ట గురుత్వం (3.80) గల ప్లాస్టిక్ ప్రావారంపై నిలిపై మంచువలె తేలుతూ ఉంటుందని ఊహించాడు. అందుచేత ఆర్కిమెడిసు సూత్రానుసారంగా సముద్ర మట్టం నుండి సుమారు 113.7 కి.మీ. లోతున ఒక ఉహాతలంపై ఒకే వీడనం ఉంటుందని ప్రాబ్ సిద్ధాంతం. ఈ లోతు వద్ద ఉండే తలాన్ని సమవీడన తలం (Isopiestic level) అంటారు.

కాని కూ పటలంలోని శిలా సాంద్రత పార్శ్వ దిశలో స్థలాల ఎత్తును బట్టి మారటానికి అవకాశం తక్కువ గనుక *వీరిమహాశయుడు* పర్వతాలకు వేళ్లు (Roots of Mountains) అనే సిద్ధాంతం ప్రసాదించినాడు. ఎత్తైన పర్వత పంక్తి క్రింద భూ పటల శిలా సంస్తరాలు ప్రావారంలోకి లోతుగా చొచ్చుకొని ఉంటాయని, సముద్ర అభిలా లలో, భూ పటల మందం తక్కువగా ఉంటుందని, మొత్తంపై ఎప్పటి కప్పుడు భూ పటలం సమతా స్థితిని పొందుతుందని వీరి సిద్ధాంతం.

హెస్కానెన్, హేఫోర్డ్ మొదలగువారు ఈ రెండు సిద్ధాంతాల్ని, గురుత్వాకర్షణ సర్వేక్షణలు, భూకంప తరంగ పరిశోధనా ఫలితాల దృష్ట్యా సమీక్షనం చేస్తూ, వివరణలు చేశారు. ఇందులో ముఖ్యంగా అనుక్షణం క్రమక్షయానికి లోనౌతున్న భూ పటలం వెంటనే స్థానికంగా సమతాస్థితికై సర్దుబాటు పొందక భూకంపాలు మొదలైన వాటి ద్వారా ద్రవ్యరాశి సర్దుకొని ప్రాంతీయంగా సమతా స్థితి పొందుతుంది.

పటము 3 ఆ. లో భూ పటలం ప్రాంతీయంగా సమతాస్థితిని పొందిన వైనం చూపించబడినది.

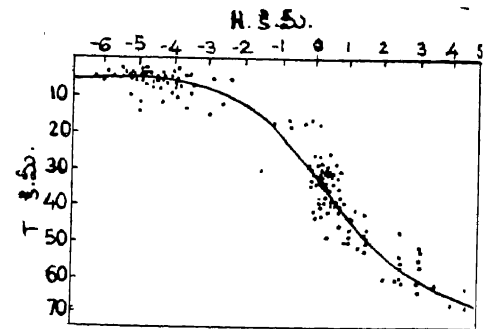


పటము 3. (ఆ) సమస్థితిక సమతా స్థితిలో నున్న భూ పటలం అడ్డుకోక చిత్రము.

వివిధ ప్రదేశాల్లో భూ పటలం సమస్థితిక సమతా స్థితినిపొంది ఉన్నదీ లేనిదీ గురుత్వాకర్షణ సర్వేక్షణల నుండి తెలుసుకోవచ్చు. ఇందులో సమ స్థితిక అసంగతి అనే దానిని భూమి ఉపరితలం ఎత్తు, శిలా సాంద్రతలను ఉపయోగించి అచ్చటి గురుత్వాకర్షణ నుండి గుణిస్తారు. ఈ అసంగతుల

బుణ, ధన సంజ్ఞలు, ఖాద ప్రాంతము లేక సముద్ర భాగము అనే విషయాలు, ఆ ప్రాంత సమతా స్థితిని తెలియజేస్తాయి. ఈ విధంగా ఆయా ప్రాంతాలలో క్రమక్షయాలు కలిగించబోవు ఒత్తిడి, భూ కంపాలకు అవకాశం మొదలైనవి తెలిసికోవచ్చు.

ఈ సమతా స్థితి సిద్ధాంతాల నాధారంగా చేసుకొని, గురుత్వాకర్షణ అసంగతులనుండి భూ పటల మందాన్ని లెక్కించవచ్చు. అలాగే సముద్ర మట్టం నుంచి భూమి ఉపరితలం ఎత్తు (లోతు)ను ద్రవ్యరాశి, సాంద్రతలను ఉపయోగించి భూ పటల మందాన్ని తెలిసికోవచ్చు.



పటము 3. (ఆ) ఉత్తిజతలం ఎత్తు (సముద్ర గర్భాల లోతు); భూ పటల మందం చూపించే రేఖా చిత్రము. భూ కంపన గురుత్వాకర్షణ పద్ధతులకే ద్రువీకృతం.

భౌమ్యాపరితలం ఎత్తు (H) కునూ అక్కడ ఉండే భూ పటల మందము (T) కునూ, మధ్యగల సంబంధము రేఖా పటము 3 ఆ. లో చూపించ బడింది. ఈ భూ పటల మ దం యొక్క విషయ గురుత్వాకర్షణ పద్ధతుల నుండి, అగాధ భూకంపన పద్ధతులు, సహజ భూ కంపాల నుండి కనుగొన్న వాటితో సమీకృతములు చేయబడినవి.

దీనినుండి తెలిసికోవలసిన విషయం, సమస్థితిక సమతాస్థితిని పొందిన భూ పటలం మందం సుమారు 35 కి.మీ. ఉంటుందని, పర్వత ప్రాంత

లలో (ఎత్తు పై ఆధారపడి) 70 కి.మీ. వరకున్నూ, సముద్ర లోతుల్లో 10 కి.మీ. కంటే తక్కువగానూ ఉంటుందని తెలుస్తుంది.

ఈ విధంగా సమతా స్థితిని పొందడానికై భూ పటలంలో సర్వబాట్లు జరుగుతూ భూమి ఉపరితలం ఆకారం మారుతూ ఉంటుంది. అందుచేత ద్రవ్య రాశి స్థానచలనం పొంది జియోయిడ్ ఆకారం మారుతుందని తెలుస్తుంది. కాని భూమి ఉపరితలం ఆకారం, జియోయిడ్, రెండూ మార్పు చెందు తూడడంవల్ల నిర్ణయింపదగు దీర్ఘగోళం కూడ మారుతుంది. అందుచేత ఈ విషయాన్ని తాత్కా-

లికంగా నిర్ధారించ బడినా, భౌమకాల మానంలో స్థిరాలు కావు. ఎప్పటికప్పుడు నూతనంగా ఈ భూమి ఉపరితలం, జియోయిడ్ సమతా స్థితులను నిర్ణయిస్తుండడం వల్ల ప్రాంతాల అంశాల (Coordinates) ను కచ్చితంగా చెప్పగల్గడమే కాక, ఆక్కడ భూ పటలంలో సర్వబాట్లు రాగరి అవకాశాలను ఆపార ఖనిజ సంపదగల భూ పటల మందాన్ని కూడ తెలిసికోగలం.

డా॥ భమిడిమణ్ణి వేంకట సత్యనారాయణ  
మూర్తి (బి.వి.యస్. మూర్తి)

## 207. భూ ఆయస్కాంతత్వము

ఆయస్కాంతము వలె భూమి

భూమి యొక్క ఆయస్కాంత క్షేత్రము - భూమి కేంద్రమునందొక ఆయస్కాంత ద్వి ధ్రువము నుంచిన - యట్టి ద్వి ధ్రువము యొక్క ఆయస్కాంత క్షేత్రమును ఉజ్జాయింపుగా తోలి యుండును. భూ భ్రమణాక్షము యీ ద్వి ధ్రువము యొక్క అక్షముతో  $11\frac{1}{2}^{\circ}$  కోణము చేయును. ఈ అక్షము భూతలమును భూ ఆయస్కాంత ధ్రువముల యొద్ద ఖండించును. భూగోళ సమోహ వలె యీ భూ ఆయస్కాంత సమూహా కూడా "ఆయస్కాంత మెరిడియన్ (Magnetic Meridian)" "ఆయస్కాంత మధ్యరేఖ (Magnetic Equator)" "ఆయస్కాంత నిరూపకములు (Magnetic Coordinates)" కలిగి యున్నది.

కేంద్ర ద్వి ధ్రువపు క్రామకము (Magnetic Moment)  $8.1 \times 10^{25}$  గౌస్ సెం.మీ<sup>3</sup>, (Gauss. cm<sup>3</sup>). ఈ క్రామకము యిటీవలి

కాలములో మెల్ల మెల్లగా తగ్గుతూ ఉన్నది ధ్రువ ప్రాంతములలో ఉపరితల క్షేత్రము గరిష్ఠము (0.6 గౌస్). దీని తీవ్రత భూ మధ్య రేఖ వైపు తగ్గుతూ, భూ మధ్య రేఖా ప్రాంతములలో కనిష్ఠము (0.3 గౌస్)గా నుండును.

కాని నిజమైన భూ ఆయస్కాంత క్షేత్రము యొక్క అసలు రూపము యీ సమూహా నుండి చాల విభిన్నముగా నున్నది. వాస్తవమగు ఆయస్కాంత ధ్రువాలు (Magnetic poles)-వీటినే సతి ధ్రువాలు (Dip poles) అని కూడా అంటారు - భూతలమునకు బలరేఖలు (Lines of force) అభిలంబముగా నుండు స్థానములందుండిను. ఈ బలరేఖలు భూతలమునకు సమాంతరముగా నుండు చోట్ల ఆయస్కాంత మధ్య రేఖ-లేక సతి (Dip) మధ్య రేఖ-యుండును. వాస్తవమైన ఆయస్కాంతాక్షము భూమి కేంద్రానికి, 1200 కి.మీ ఎడముగా నున్నది. భూ సమాంతర తలములో బల



## 6. భూ అయస్కాంత ముఖ్య క్షేత్రము

ముఖ్య క్షేత్రము ( Main field ) యొక్క ఉత్పత్తి స్థానములు భూమి యందే యున్నవి. భూమికి బాహ్యము నందుండెడి ఉత్పత్తి స్థానముల నుండి యీ భూతలక్షేత్రమునకు 1% అంశదానము కలుగుచుండవచ్చును. భూ వ్యాసార్థములో సగం వ్యాసార్థము గల కేంద్రమండలము (Core) ద్రవ స్థితిలో యుండి లోహతత్వము (యినుము-కెల్) కలిగి యున్నది ఇట్టి మండలములో ప్రవహించు చున్న విద్యుత్ ప్రవాహములవలననే అయస్కాంత ముఖ్యక్షేత్రము ఉత్పన్నమగుచున్నది. ఈ ప్రవాహములను కేంద్ర మండలములో స్వయం ఉత్తేజక దై నమో చర్యగా భావించవచ్చును.

ఈ అంతర్ ప్రవాహ విన్యాసానుసారముగ యేర్పడెడి భూతల అయస్కాంత క్షేత్రము ద్విధృవ క్షేత్రమును బోలియుండును. కాని, వాస్తవిక క్షేత్రము, ద్విధృవ క్షేత్రము నుండి యనేక యల్లంపునములను కలిగి యున్నది. ఈ యల్లంపునములను అసంగతములు ( Anomalies ) అందురు. అంతర్ ప్రవాహములలోని అక్రమములు (Irregularities) లేక సుదుల (Eddies) వలన జనించి వేల కిలో మీటర్ల విస్తీర్ణ ప్రదేశములందు మార్పులు కలుగ జేయు ప్రాదేశిక అసంగతములు (Regional anomalies)ను భూ పటలము (crust)లోని పెరో అయస్కాంత వస్తు నిక్షేపముల వలన కలుగు భూతల అసంగతములు (Surface anomalies) ను ఉన్నవి.

1950 వరకూ భూమికి ఎగువన యున్న వాతావరణము శూన్యమనియు, భూ అయస్కాంత క్షేత్రము పైపైకి వ్యాపించి యుండుననియు భావించిరి. కాని యిటీవల ప్రయోగించిన కృత్రిమ ఉపగ్రహ ప్రయోగముల ద్వారా బాహ్య వాతావరణ మంతయు సూర్యుని నుండి సీరింతరముగా వెలువడు

చున్న కణ వికిరణముల (Corpuscular radiations) తో నిండి యున్నట్లు నిరూపింపబడినది. ఈ వాహక (conducting) సౌర ప్లాస్మా, భూ అయస్కాంత క్షేత్రమును మాగ్నెటోస్ఫియర్ (Magnetosphere) అను కోరిరము (core) నందు నిర్బంధించి యుండును. సౌరప్లాస్మాతో అన్యోన్యచర్య కారణముగా మాగ్నెటోస్ఫియర్ వికారమును బొందును. సూర్యునికి యెదుటి బలరేఖలు నొక్కుకొని పోవును. ఆవలి (రాత్రివైపు) బలరేఖలు దీర్ఘముగా లాగబడి "అయస్కాంత వాలపు" (Geo - magnetic tail)" రూపము పొంది సుదీర్ఘముగా వ్యాపించి యుండును.

అయస్కాంత దర్శకముపై ఆధారపడి భూతల క్షేత్రమును గణిత నిరూపణ ద్వారా విశ్లేషణమును (Analysis)జేయుదురు. తరువాత బహిర్వేశనము (Extrapolation) ద్వారా భూతలమునకు ఎగువ రోదసి (Space) యందలి వివిధ ప్రదేశములలోని క్షేత్ర విలువలను కనగొందురు. భూతల క్షేత్రము లోని అంతర్, బహిర్భాగములను వేరుచేసి నిరూపించుటకు స్ఫెరికల్ హార్మోనిక్స్ (Spherical harmonics) ఉపయోగింతురు.

## 7. క్షేత్ర వైవిధ్యములు

దీర్ఘకాలిక (Secular) లేదా స్వల్ప కాలిక (Temporal) వైవిధ్యముల (Variations)వలన భూ అయస్కాంత క్షేత్రము బల, దిశలలో సదా మార్పులు చెందుచునే యుండును.

## దీర్ఘకాలిక వైవిధ్యములు

ద్రవస్థితిలో నున్న కేంద్రమండలములోని ద్రవ ప్రవాహ జనిత విద్యుత్ ప్రవాహములలోని అక్రమముల వలన దీర్ఘకాలిక వైవిధ్యము సంభవించుచున్నది. ఐసోపోరిక్ (Isoporic) పటములు (మూలకముల మార్పుల యొక్క సమవేగములను దెలుపు రేఖాకృతులు గలవి) ప్రతి సమయము

(Epoch of time) నకు తయారు చేయబడును. వీటిని ప్రతి అయిదు, పది సంవత్సరముల కొకసారి నూతన దత్తాంశముల ననుసరించి సవరించుట ద్వారా మూలకముల దీర్ఘకాలిక వైవిధ్యములను తెలుసుకొన వచ్చును. ఈ వైవిధ్యములొక క్రమము ననుసరింపక, సంవత్సరములతరబడి సాగు చుండును.

### స్వల్పకాలిక వైవిధ్యములు

ఈ వైవిధ్యముల వలన భూ ఆయస్కాంత క్షేత్రము రోజు రోజునకు, గంట గంటకు, నిమిష నిమిషమునకు మార్పు చెందుటయే గాక అప్పుడు పుడు విశేషముగా కల్లోలిత మగుచూ ఉండును. ఈ మార్పులు చాలా వైవిధ్యశీలము గాను, బలహీనముగాను ఉండును.

### ప్రశాంత దిన వైవిధ్యములు

ఆయస్కాంతికంగా ప్రశాంత దినములలో వైవిధ్యములు స్థానిక సౌరకాల ప్రకారము, సంభవించును. ఈ వైవిధ్యముల పరిమితి 20-50 గామాలు ఉండును. దీనినే సౌర ప్రశాంత దిన వైవిధ్యము (Solar Quiet day Variation-Sq) యందురు. కాగా, సాంఖ్యిక విశ్లేషణచేసి మాగ్నెటోగ్రామ్ (Magnetogram)ను పరిశీలించినచో, Sq కంటె బలహీనమయినది, 1-5 గామాల పరిమితిగలిగిన వేరొకవైవిధ్యము L గోచరించును. ఇది చంద్రుని గతుల ననుసరించి యుండును.

Sp, L ల వైవిధ్య పరిమితులు (Amplitudes) అశాంశమును బట్టి మారుచుండును. అవి రాత్రిందు కంటె పగటి యందును, శీతకాలము నందు కంటె వేసవి యందును, సౌరక్రియా శీలత (Solar activity) ఎక్కువగా నుండు సంవత్సరములలో అధికంగాను ఉండును. నతి మధ్యరేఖా ప్రాంతములలో కూడ భూమధ్య రేఖ దగ్గరి ఎక్ట్రోజెట్ (Equatorial electrojet) వలన Sq, L పరిమితులు అధికముగా నుండును.

పై చెప్పిన వైవిధ్యములన్నియు, సూర్యుడే వాటికి కారకుడని నిరూపించుచున్నవి. ఉపరితల వాతావరణములో సూర్యుని వేడి వలన జనించు ఉష్ణోగ్రతా విభిన్నతలచేతను, సూర్యచంద్రుల వలన కలగు వేలా కంపనముల (Tidal oscillations) చేతను ఆయనోస్ఫిరిక్ గాలులు (Ionospheric winds) ఉద్యమించి ఆయస్కాంత క్షేత్రమునకు అడ్డుగా ప్రసరించగా, దైనిమోచర్య ద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహములు ప్రేరణ (Induce) చేయబడును. ఈ విద్యుత్ప్రవాహముల వెంటిది యుండు ఆయస్కాంత క్షేత్రములు Sq, L లను కలుగజేయును.

### సౌరజ్వాలా ప్రభావము

సూర్యబింబముపై సౌరజ్వాలలు ప్రేలినపుడు వెలువడే సాంద్రమైన X-కిరణములును, అతి నీల రోహిత వికిరణములును ఆయనోస్ఫియరు యొక్క D, E మండలముల ఆయనీకరణమును విశేషముగా తీవ్రము చేయును. అప్పుడు Sq విద్యుత్ ప్రవాహములధికమై H లో Sq ను అధికము చేయును. దీనిని Sfe (solar flare effect) విశ్లేభము అందురు. సూర్యుని వైపు తిరిగి యున్న భూమ్యుర్ధగోళమునకే యీ Sfe పరిమితమై యుండును. మధ్యాహ్న సమయములందు, నతి మధ్యరేఖా ప్రాంతముల యందు వీటి పరిమితు అధికముగా నుండును. Sfe లు తరచుగా 20-30 గామాల పరిమితి గలిగి, 5 నిమిషములు మొదలొక గంట వరకూ H లో కనిపించును.

### ఆయస్కాంత తుపానులు

ఆయస్కాంత తుపానులు (Magnetic Storms) ప్రపంచ వ్యాప్తమై యేక కాలమునందే సంభవించును. ఇట్టి తుపానులు సాధారణముగా, ప్రశాంతముగా నున్న కాలము తరువాత హఠాత్ ప్రారంభము (Sudden Commencement)తో మొదలయి H స్థాయిని పెంచును. ఇది తొలిదశ. యీ దశ కొద్ది గంటలు నిలిచి యున్న తరువాత

తుపాను ముఖ్యదశ ప్రారంభ మగును; ముఖ్యదశ 12-24 గంటల కాలముండి, H స్థాయి మందగతి తోడనే, విపరీతముగా తగ్గిపోవును. తరువాత తేరుకొను (Recovery) దశ ప్రారంభమయి కొంది రోజులలో తుపానుముందటి స్థాయికి చేరుకొనును. ఇట్టి పెద్ద యలజడులలో ఆయనావరణము కల్లోలితమయి రేడియో తరంగ ప్రసారమునకు అవరోధము కల్గించును. ఆరోరా మండలములలో ఆకాశమునందు రాత్రివేళలలో ఆరోరా ప్రదర్శనములు కన్పడును.

ఈ తుపానులకు కారణము సూర్యుడే. భూముఖముగా నున్న సూర్యోపరి తలముపై సౌర క్రియాశీల స్థానములు (Active Sunspots) కనుపించినపుడు యీ తుపానులు వాటి వెంబడి ప్రత్యక్షమగును. ఈ క్రియాశీల స్థానముల నుండి అతి సాంద్రత, వేగములతో వెలువడు సౌరవాయువులు (Solar winds), భూ అయస్కాంత క్షేత్రముతో ఒరుపు అన్యోన్య చర్య కారణముగా H స్థాయి పెరుగును. ఈ మార్పును భూ క్షేత్రము అవరోధించును. ఈ మార్పున్నిటి ఫలితముగా ఉపరివాతావరణములో ఒక విద్యుత్ వలయ ప్రవాహ మేర్పడును. ఈ వలయ ప్రవాహముతో నుండే అయస్కాంత క్షేత్రమే H తీవ్రతను తగ్గించి వేయును. సౌరవాయువుల పీడనము తగ్గగానే H స్థాయి పెరుగ నారంభించి కొంది రోజులలో కోలుకొనును.

## 8. పురా అయస్కాంతత్వము (Paleomagnetism)

ఆగ్నిపర్వత లావాల వంటి పురాతన శిలలు, పురాతన అవశేష అయస్కాంతత్వము (Remnant Magnetisation) కలిగి యుండును. నేటి క్షేత్రముతో బోల్చి చూచిన యీ అవశేష అయస్కాంతత్వము నతి, అసనతులలో ప్రత్యేకమయిన అసంగతములను గలిగియుండును. పైశిల

లేర్పడిన కాలమునాటి క్షేత్ర ధృవముల దిశగా దిగ్విన్యాసము (Orientation) తో వాటి యందలి యినుము గల్గిన వస్తువులు వదలివేయబడెను. ప్రపంచ వ్యాప్త పురాతన అయస్కాంత సక్రమ యాధారముతో వెనుకటియన్ని భామ యుగముల (Geologic periods)కు పూర్వ అయస్కాంత పటములు తయారు చేయబడినవి. ఈ భామ యుగములన్నిటిలోను భూమి ద్వీ ధృవ క్షేత్రమునే గలిగియున్నదని యాహనము (Assumption) చేయబడెను.

భూమి చరిత్ర యందంతటను, ప్రతి యొక ఖండమునందు క్రమబద్ధమయిన పురా అయస్కాంత ఉత్క్రమణములు (Paleomagnetic Reversals) సుమారు 5,000 సంవత్సరముల కొకసారి జరిగినవి. ఈ యుత్క్రమణములు సంభవించినపుడెల్లా, భూమిపైసంతటనూ యొకే సారి అవి జరిగినట్లును, కేంద్ర మండలపు డైనమో వ్యవస్థ యందలి ద్రవ ప్రవాహముల వలన జరిగినట్లును విశదమయినది. పైగా ఏ ఒక ఖండమునందైనా ఒక కాలమునకు సంబంధించిన పురాతన దిగ్ స్థితు సమదాయము (Cluster of ancient bearings) నిలకడగా నున్నప్పటికీ, వేరొక ఖండము నుండి అదే సమయమునకు జెందిన శిలల నుండి లభించిన దిగ్ స్థితులు పూర్తిగా విభిన్నముగా యుంటూ వచ్చినవి. మరియు, పురాతన ఖండము లొక దానిపై నొకటి అతిక్రమణము (Overlap) చేయుటగాని పునరభిసరణము (Reconverge) జెందినట్లు గాని కన్పించదు.

ఈ ఆధారములన్నిటిని బట్టి రెండు ముఖ్య నిర్ణయములు జేయవచ్చును:-

(i) కాల గమనముతో భూ భ్రమణము, భూ పటమునకు సాపేక్షముగా, కాలక్రమరీతికి విరుద్ధముగా విస్తాపనము (Aperiodic Shift) చెందినది. భూభ్రమణము తన సౌర కక్ష్యనుండి విస్తా

భూ రాసాయనిక పద్ధతులు ధాతుమూల ఖనిజ నిక్షేపముల (metalliferous deposits) ఉనికిని తెలియపరచుటలోనే ఉపయోగిస్తాయి. అంతేకాక నిక్షేపములు కొద్ది లోతులోనే ఉండి భూగర్భ జలముల ద్రావణ ప్రక్రియలకు లోనైనపుడే ఉపయోగిస్తాయి. ఇవి కేవలం నిక్షేపముల ఉనికిని మాత్రమే తెలియపరచ గలవు; కాని వాటి నాణ్యతను గూర్చి గాని, పరిమాణమును గురించిగాని వివరింపలేవు. అయినా ఈ పద్ధతులు చాల సులువుగాను, తొందరగాను, తక్కువ ఖర్చుతో జరుపబడునవి యగుటచే చాలా ప్రదేశములలో సాధారణ పర్యవేక్షణ (reconnaissance) కు వాడవచ్చు.

### దూరమతి - దూరగ్రాహక పద్ధతులు

(Remote-Sensing Techniques): వాయు చోదిత భూ భౌతిక, భూరసాయన పద్ధతులు

(Airborne geophysical, geochemical Techniques):

ఖనిజాన్వేషణలో భూభౌతిక పద్ధతులను భూమి మీద నుండేగాక గాలిలో ఎగురుచున్న విమానముల నుండి కూడా ఉపయోగించుట ఒక ప్రముఖాంశము. దీనివలన సువిశాల ప్రదేశములను అతిత్వరితంగా పర్యవేక్షించి, భూమిమీద విపుల పరిశీలన జరుపదగిన శ్రేణుల నిర్ణయించుట సుసాధ్యమయినది. ఉదాహరణకు ఫ్లక్స్ గేట్ (flux gate), ప్రోటాన్ అయస్కాంత మాపకములు, (Proton-magnetometers) విమానముల నుండి ఉపయోగింపబడుటకు అనువైన విధంగా మార్పు చేయబడుటచే, వానిని సులువుగా విమానములందు అమర్చి అయస్కాంత సర్వేలు చేయుటకు వీలయినది. ఇట్లే సింటిలేషన్ కౌంటర్లను విమానములలో అమర్చి విమానములను నియమిత వేతులలో క్రమపద్ధతిని నడుపుట ద్వారా ఆయా ప్రాంతాలలో రేడియోధార్మిక వైపరీత్యములను కొలువ సాధ్యమయినది.

విమాన విద్యుత్ అయస్కాంత పద్ధతిలో అల్ప పౌనఃపున్య విద్యుత్ అయస్కాంత క్షేత్ర (Low frequency Electromagnetic field) ప్రేరణ చేసి, తద్వారా ఆ ప్రాంతములో గల విద్యుత్ వాహకములలో చక్రియ ప్రవాహములు (eddy currents) సృష్టించి, ఫలితంగా ఏర్పడిన గౌణక్షేత్ర (Secondary field) కులను కొలుస్తారు.

### వినూతన పద్ధతులు :

గత రెండు, మూడు దశాబ్దములలో, వైజ్ఞానిక, సాంకేతిక శాస్త్ర ప్రగతిలన అడివరకు ఉపయోగములో ఉన్న వాయుచ్ఛాయాచిత్ర పద్ధతి, వైమానిక, అయస్కాంత, రేడియోధార్మిక విద్యుత్ అయస్కాంత పద్ధతులు మెరుగుపడడమేగాక, ఇతర అధునాతన పద్ధతులు కూడ ఉపయోగార్హత పొందినవి.

అత్యరుణ (Infra-red) ఛాయా గ్రహణము, అల్ప పౌనఃపున్య రేడియో, రాడార్ ప్రసారములను భూభౌతిక సంకేతములు (Geophysical signals) గా వాడటం ఇటీవలి శాస్త్రప్రగతికి చిహ్నము. రాడార్ పద్ధతిలో విమానము అడుగు భాగమునుండి చిన్న రాడార్ కిరణ పుంజము (short radar pulses) విమానయాన దిశకు లంబితలములో భూమిపై పంపిస్తారు. భూమి మీదనుండి పరావర్తిత కిరణములు (radar returns) విమానమును చేరు అతిస్వల్పకాల వ్యవధుల ఆధారంగా, అతిస్పష్టమైన ఛాయాచిత్రములు తయారవుతాయి.

గామా కిరణ వర్ణమాపన (gamma ray spectroscopy) విధానము, విమానములనుండి ఖనిజ క్షేత్ర వాయువుల నమూనా సేకరణ, వైమానిక భూరాసాయనిక పద్ధతులలో ప్రగతికి నిదర్శనము. వాయు సేకరణ పద్ధతిలో, అక్వికరణ చెందుచున్న/థేందిన, ఖనిజ నిక్షేపములనుండి తాపజలములచే

పన జెందెననుట మిక్కిలి అసాధ్యము, కాబట్టి భూ పటము, పై ప్రావారము (Upper mantle) లే భూగోళ ధృవముల నుండి స్థానభ్రంశము జెంది యుండవలెను.

(ii) ఖండములొక దానినుండి యొకటి విస్తాప నము జెందినవి. ఖండచలన భావన (Concept of Continental drift) ను 1910 లో జర్మను శీతోష్ణస్థితి శాస్త్రజ్ఞుడు ఎ. వెగనర్, ఆమెరికన్ భూ విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞుడు ఎఫ్. బి. బెయిల్స్ ఒకేసారి ప్రతిపాదించిరి. ఈ భావన ప్రకారము తక్కువ సాంద్ర వస్తు పదార్థములు గల ఖండములు ఎక్కువ సాంద్ర పదార్థములతో అంతర్నిర్మాణము గల తలము నుంచి తేలుచు, భూ తలముపై చలనము జెందెను.

భూ భౌతిక పరిశీలనలు, ఖండముల యొక్క మారుచున్న పురా అయస్కాంత దిగ్విన్యాసములు, సముద్ర మధ్య విడీర్తములు (Mid-ocean rifts), దక్షిణఆమెరికా దక్షిణ ఆఫ్రికా తీరరేఖల సామ్యము, వివిధ ప్రాంతముల పురా శీతోష్ణ స్థితుల సామ్యములు - యివన్నియు ఒక విధమగు ఖండ

చలనము (Dispersal) జరిగెననియే నిరూపించుచున్నవి. ఈ చలన మింకనూ సాగుచునే యుండవచ్చును.

ఈ ఖండ చలనమునకు రెండు విధములయిన వివరణములిచ్చిరి, భూపటలాంతర (Subcrustal) సంవహన ప్రవాహములు సముద్రాంతర పటలమును “పైకి తిరుగ ద్రోయుట (Overturning)” వలన ఖండములు పురాతన పగుళ్ళవెంబడి విడిపోయెను. రెండవ వివరణము వ్యాకోచించు ప్రావారమును సూచించుచున్నది. దీని ప్రకారము ఖండములొక దాని నుండి యొకటి విడిపోవలేదు. భూమిపై ప్రావారము భూ రసా నికముగా పరిణామము చెందుమా వ్యాకోచించగా, ఖండములు కాలగతిలో విడిపోయెను. భూ పటల షేత్రములు విస్తీర్ణము మార్పు చెందుకుండా, సముద్రపు అడుగు భాగములే పెరిగెను.

ఈ రెండు సమస్యలు నేటి భూ శాస్త్ర వేత్తలను ఎదుర్కొంటున్న సవాళ్లు.

శ్రీ. వై. ఎన్. శర్మ.

## 208. భూకంప లేఖనులు, ప్రయాణ - కాల రేఖలు, భూమి నిర్మితి

(Seismographs, Travel - Time Curves and Internal Constitution of Earth)

### భూకంప లేఖనులు

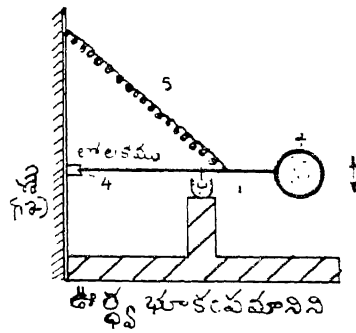
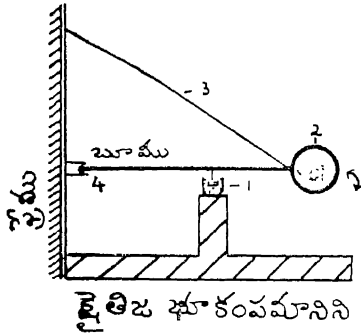
భూకంపములను కనుగొనుటకు వానిని మనకు అర్థమగు వద్దతిలో, రేఖా చిత్రములుగ లిఖించే పాఠశాలములను భూకంప లేఖను లందురు. భూకంప లేఖనులలో మూడు విభాగములుండును. అవి:- (1) భూకంపమునకు అనుగుణముగ చలించే

భూకంపమానిని, (2.) భూకంపమానిని చలనమును యాంత్రికముగ గాని విద్యుత్ రూపముగ గాని పెంపొందించు విభాగము. (3.) రికార్డుచేయు విభాగము. భూకంపమానిని పనిచేయు పద్ధతి ద్రవ్యరాశి యొక్క జడతత్వము మీద ఆధారపడి యుండును. భూకంప మానినిలో స్వేచ్ఛగా కదలాడే లోలకము

లేక "బాము" అనబడు యాంత్రిక భాగము ఉండును. భూమికి స్థిరముగా కలపబడిన ఒక ప్రేక్షకు లోలకము బంధించబడి ఉండును. భూమిలో సమానముగ ప్రేము కదలునప్పుడు ఊడ తత్వము కారణముగ లోలకము వెనుకబడును, అందువలన ప్రేముకు, లోలకమునకు, మధ్యను చలన భేదము ఏర్పడును. లోలకమునకు సహజముగ ఒక పౌనః పున్యము ఉండును. లోలకము యొక్క పౌనః పున్యము కన్న భూ చలనము యొక్క పౌనః పున్యములు చాలా ఎక్కువైనప్పుడు లోలకము భూ చలనమును అనుసరించలేక స్వస్థలములోనే స్థిరముగ ఉండును. అటువంటి స్థితిలో లోలకమునకు ప్రేమునకు మధ్య చలన భేదము గరిష్ఠముగ ఉండును. ఈ చలన భేదమును కనిష్ఠము చేయుటకు ఒక అనునదము

సాధారణముగ లోలకమును ఆవరించి యుండును. అనునదములు రెండు రకములు. అవి: (1.) ఒక చిన్న పాత్రలో లోలకమును ఆవరించి యున్న తెలము. (2.) లోలకమును చుట్టియున్న విద్యుత్తీగ, అయస్కాంత ధృవముల మధ్యగ ఉండునట్టిది.

భూకంప చలనమును  $x, y, z$  అక్షముల ద్వారా కొలువ వచ్చును. దీనికై మూడు భూకంప మానిసులుండును. రెండు పరికరములు క్షైతిజముగ ఒక దానికొకటి లంబ అక్షములలోను, మూడవ పరికరము ఊర్ధ్వ అక్షములోను ఉండును. సాధారణముగ క్షైతిజ పరికరములు ఉత్తర-దక్షిణము, తూర్పు - పడమర మార్గములలో ఉండును. పటము 1. లో క్షైతిజ, ఊర్ధ్వ అంశముల భూకంప మానిసుల సామాన్య వివరణము కలదు.



పటము 1. 1. అడుపులో ఉంచు సాధనము; 2. భారద్రవ్యము;

3. ప్రేలాడదీయు సాధనము; 4. స్ప్రింగు; 5. కణ్ణి.

వివరణము: క్షైతిజభూకంప మానినిలోని లోలకము ఊరిజ తలములోనే కదలు నట్లు బంధించబడినది. ఊర్ధ్వ భూకంప మానినిలోని లోలకము ఊర్ధ్వతలములోనే కదలునట్లుగా ఒక స్ప్రింగుతో బంధించ బడినది.

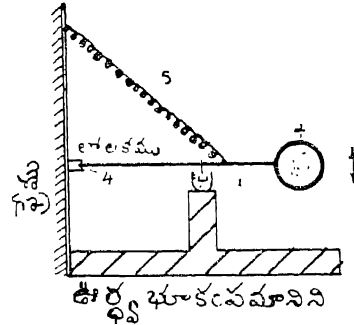
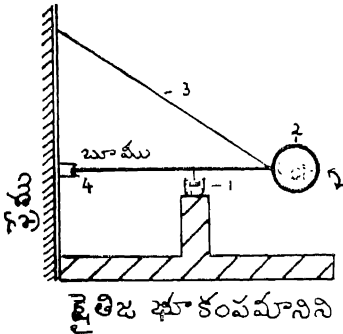
భూకంప మానిని యొక్క చలనమును ఆప్టికల్ లీవరుతో ప్రవృద్ధీకరించ వచ్చును. ఈ ఆమరికలో ఒక విద్యుద్దీపము నుండి వెలువడే కిరణ పుంజము లోలకమునకు అమర్చబడిన అర్థమునుండి ప్రతిఫలించిన చాయా చిత్రముగ రికార్డుగును. ఈ సూత్రమును అనుసరించి ఉడ్ ఆండర్సన్, మిల్నేషా

భూకంప మానిసులు పనిచేయును. ఈ రోజులలో ఎక్కువగ గలిల్డ్జన్ భూకంప మానిసులు ఉపయోగించ బడుచున్నవి. గలిల్డ్జన్ భూకంప మానినిలో భూకంప చలనము విద్యుత్ అయస్కాంత ట్రాన్స్డ్యూసర్ ద్వారా రికార్డు చేయబడును. ఈ ట్రాన్స్ డ్యూసర్ సూత్రమున-ప్రేముకు అమర్చ

లేక “బూము” అనబడు యాంత్రిక భాగము ఉండును. భూమికి స్థిరముగా కలపబడిన ఒక ప్రేముకు లోలకము బంధించబడి ఉండును. భూమిలో సమానముగ ప్రేము కదలునప్పుడు జడ తత్వము కారణముగ లోలకము వెనుకబడును, అందువలన ప్రేముకు, లోలకమునకు, మధ్యను చలన భేదము ఏర్పడును. లోలకమునకు సహజముగ ఒక పౌనః పున్యము ఉండును. లోలకము యొక్క పౌనః పున్యము కన్న భూ చలనము యొక్క పౌనః పున్యములు చాలా ఎక్కువైనప్పుడు లోలకము భూ చలనమును అనుసరించలేక స్వస్థలములోనే స్థిరముగ ఉండును. అటువంటి స్థితిలో లోలకమునకు ప్రేమునకు మధ్య చలన భేదము గరిష్ఠముగ ఉండును. ఈ చలన భేదమును కనిష్ఠము చేయుటకు ఒక అనునదము

సాధారణముగ లోలకమును ఆవరించి యుండును. అనునదములు రెండు రకములు. అవి: (1.) ఒక చిన్న పాత్రలో లోలకమును ఆవరించి యున్న తైలము. (2.) లోలకమును చుట్టియున్న విద్యుత్తీగ, ఆయస్కాంత ధృవముల మధ్యగ ఉండునట్టిది.

భూకంప చలనమును  $x, y, z$  అక్షముల ద్వారా కొలువ వచ్చును. దీనికై మూడు భూకంప మానినులుండును. రెండు పరికరములు తైలిజముగ ఒక దానికొకటి లంబ అక్షములలోను, మూడవ పరికరము ఊర్ధ్వ అక్షములోను ఉండును. సాధారణముగ తైలిజ పరికరములు ఉత్తర-దక్షిణము, తూర్పు - పడమర మార్గములలో ఉండును. పటము 1. లో తైలిజ, ఊర్ధ్వ అంశముల భూకంప మానినుల సామాన్య వివరణము కలదు.



పటము 1. 1. అడుపులో ఉంచు సాధనము; 2. భారద్రవ్యము;

3. ప్రేలాడదీయు సాధనము; 4. స్ప్రింగు; 5. కణ్ణి.

వివరణము: తైలిజభూకంప మానినిలోని లోలకము ఊర్ధ్వ తలములోనే కదలు నట్లు

బంధించబడినది. ఊర్ధ్వ భూకంప మానినిలోని లోలకము ఊర్ధ్వతల

ములోనే కదలునట్లుగా ఒక స్ప్రింగుతో బంధించ బడినది.

భూకంప మానిని యొక్క చలనమును ఆప్టికల్ లీవరుతో ప్రవృద్ధీకరించ వచ్చును. ఈ అమరికలో ఒక విద్యుద్దీపము నుండి వెలువడే కిరణ పుంజము లోలకమునకు అమర్చబడిన అర్ధమునుండి ప్రతిఫలించిన ఛాయా చిత్రముగ రికార్డుగును. ఈ సూత్రమును అనుసరించి ఉడ్ ఆండర్సన్, మిల్నేషా

భూకంప మానినులు పనిచేయును. ఈ రోజులలో ఎక్కువగ గలిడ్జన్ భూకంప మానినులు ఉపయోగించ బడుచున్నవి. గలిడ్జన్ భూకంప మానినిలో భూకంప చలనము విద్యుత్ ఆయస్కాంత ట్రాన్స్డ్యూసర్ ద్వారా రికార్డు చేయబడును. ఈ ట్రాన్స్ డ్యూసర్ సూత్రమున-ప్రేముకు అమర్చ

బడిన ఒక శాశ్వత అయస్కాంతము మధ్యను-  
రాగి తీగలతో చుట్టబడిన లోలకము ఊగుచుండును.  
ట్రాన్స్‌డ్యూసర్ నుండి వెలువడే విద్యుత్ ఉత్పా-  
దన - కదలుతూ ఉండే కాయల్ స్థిర వెలుతురు  
అద్దపు గాల్వనీ మాపకముతో-రికార్డు చేయబడును.  
ఈ సాధనములో కాంతిపుంజము ఒక మిల్లి మీటరు  
కదలగా, ఆ కదలిక ఒక మిలియను రెట్లు విశదీక-  
రించి చూపబడును.

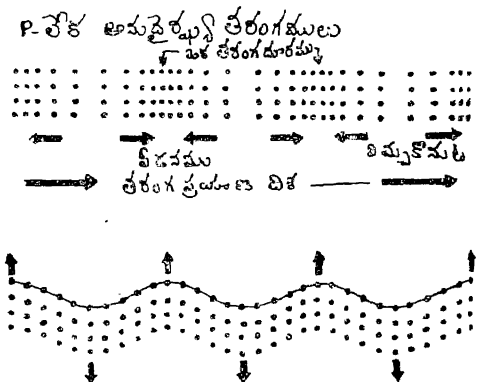
ఆధునిక భూకంప మానిసులలో ఎలక్ట్రానిక్  
ఆంప్లిఫయర్లు, రికార్డింగు విశదముగ చేయుటకు,  
ఉపయోగించ బడుచున్నవి. ఈ యాంప్లిఫయర్ల  
నుండి వచ్చు విద్యుత్ సంకేతములు డిర్ల వతురస్రా  
కారములో నుండు ఫోటోగ్రఫిక్ పేపర్ల మీద రికార్డు  
అగును. ఈ కాగితములను స్టిప్ లందురు. ఇవి  
ఒకద్రమ్ముకు చుట్టబడి ఉండును. ద్రమ్ము స్థిర  
వేగముతో తిరుగుతూ ఉండగ, లేఖన నెమ్మదిగ  
స్టిప్ వెడల్పును అనుసరించి కదలుతూ రికార్డు  
చేయును. లేఖనలకు ఎలక్ట్రానిక్ డ్రైమర్ ఒకటి  
కలుపబడి ఉండును. ఈ డ్రైమర్‌ల ద్వారా ప్రతి  
నిమిషము, గంట, స్టిప్‌ల మీద గుర్తింపబడును.

మన దేశములో వివిధ భౌగోళిక ప్రదేశములలో  
భూకంప మానిని కేంద్రములు, భారత వాతావరణ  
శాస్త్రశాఖ (Indian Meteorology Depart-  
ment) వారి అధ్యక్షములో నడచుచున్నవి.  
వీరిలో ఒక కేంద్రము వాలైరులో ఆంధ్ర విశ్వ  
విద్యాలయ ప్రాంగణమున కలదు. ఆంధ్ర దేశము  
నకు దగ్గరలో మద్రాసు, కొడైకెనాల్, పూణె,  
కొయిశాలలో గల కేంద్రములు గూడ యీ శాఖ  
వారివేను. హైదరాబాదులో జాతీయ భూ భౌతిక  
పరిశోధనా సంస్థ (National Geophysical  
Research Institute) వారు గూడ ఒక ఆధు-  
నిక కేంద్రమును నడుపుచున్నారు.

### భూకంప తరంగములు

భూమిని స్థితిస్థాపక యానకముతో పోల్చి  
వచ్చును. భూకంప కేంద్రమునుండి స్థితిస్థాపక  
తరంగములు అన్ని వైపులకు ప్రయాణము  
చేయును. ఈ తరంగములను పీడన తరంగములు,

కృంతన తరంగములు అని రెండు ప్రాథమిక  
వర్గములుగ విభజించిరి. పీడన తరంగములందు  
భూ కణములు ఒక దానినొకటి త్రోసుకొనుచు,  
ప్రయాణ మార్గములో ఒత్తిడిని అనుసరించి  
విచ్చుకొనుట ఒక క్రమగతిలో జరిగి, తరంగములు  
లయ ప్రకారము ప్రయాణము చేయును. ఈ పద్ధతి  
తరంగ ప్రయాణము, శబ్ద తరంగ ములకు గూడ  
కలదు. కృంతన తరంగములందు భూ కణములు  
ప్రయాణ మార్గమునకు లంబమార్గములో ఒకదాని  
నొకటి తిర్యక్ దలనముతో త్రోసుకొను చుండును.  
ఈ పద్ధతి ప్రయాణము వెలుతురు తరంగములకు,  
త త్రీ వాయుద్యమలలోని కంపన తరంగములకు  
గూడ కలదు. పీడన తరంగములకే P-  
తరంగములు, అనుదైర్ఘ్య తరంగములు,  
ప్రాథమిక తరంగములు, అను నామాంతరములు  
గలవు. కృంతన తరంగములకు S-తరంగములు,  
ద్విరీయ తరంగములు అనునామాంతరములు  
గలవు. P.S తరంగములు భూమి యొక్క అంత  
ర్యాగమును చేపించుకొనుచూ, ప్రయాణము  
చేయును. కనుక వీనిని శారీరక తరంగములని  
గూడ భూకంప శాస్త్రజ్ఞులు వ్యవహరించుదురు.  
(చూడుడు పటము?) (P-తరంగములు), S- తరంగ  
ముల కన్న, యెక్కువ వేగముతో విస్తరిస్తాయి.

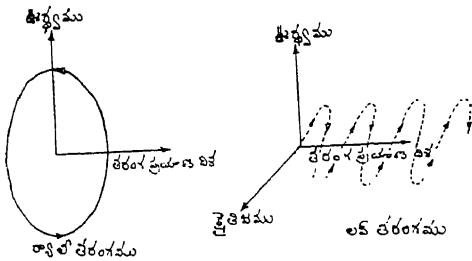


పటము 2. అనుదైర్ఘ్య తరంగములు, కృంతన  
తరంగములలోని భూకణముల చలన పద్ధతి.

ముందు వివరించిన రీతిలోని తరంగములే గాక  
ర్యాబీ, లవ్ అను తరంగములు గూడ భూకంప  
కేంద్రము నుండి ప్రభవించి భూమ్యుపరితలము

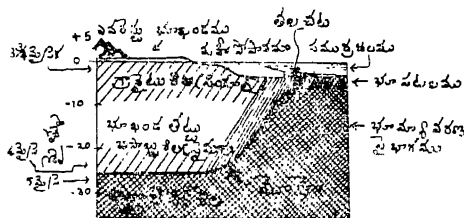


మీదుగ ప్రయాణము చేయును. ర్యాళీ తరంగము లలో కణములు అండాకార వలయములో చలించును. తరంగములు ఎడమవైపు నుండి కడివైపునకు పరునించినప్పుడు కణముల చలనము అప్రదక్షిణ మార్గములో ఉండును. ఈ కణ చలనము పూర్తిగ తరంగముల ప్రయాణ మార్గము నకు లంబ మార్గములో నుండి ఊర్ధ్వతలమునకే పరిమితమై యుండును. ( చూడుడు పటము 3)



పటము 3. ర్యాళీ, లవ్ తరంగములలో భూ కణముల చలన వర్ణన.

ర్యాళీతరంగముల వేగము 5 తరంగముల వేగము నకు 0.9 రెట్లుండును. ర్యాళీ తరంగములకు భిన్నముగ క్షైతిజ తలములో కణ చలనము కలిగి నవి లవ్ తరంగములు. ఈ లవ్ తరంగములు భూమ్యాపరితలమునకునుదాని క్రి. దనుండే యింకొక సరిహద్దు పొరకును, మధ్యగా ఒక విధమైన మార్గ దర్శకపు తరంగములుగ ప్రయాణము చేయును. ఈ క్రింది పొరను భూఖండముల క్రింది 30-40 కి.మీ. లోతునను, సముద్ర గర్భముల క్రింద 10కి.మీ. లోతునకు గల మొహోరవిసిక్ పొరగ వ్యవహరించు చున్నారు. (చూడుడు. పటము 4)



పటము 4. భూ ఖండముల క్రిందను, మహా సముద్రముల క్రిందను - భూ పటం, భూమ్యావరణ వై భాగములలో గల వివిధ పొరల వివరణ.

లవ్ తరంగములు — భూమ్యాపరి తలమునకును మొహోరవిసిక్ పొరకును మధ్యగా ప్రతివలించుచూ ప్రయాణము చేయును. వీని వేగము మొహోరవి సిక్ పొర క్రింద ప్రయాణము చేయు 5 తరంగ ముల వేగమునకు సమానమైనది.

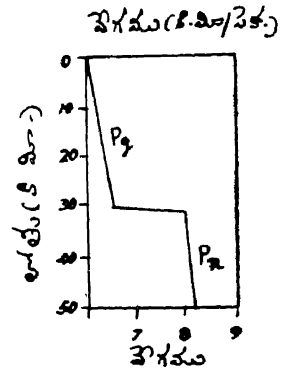
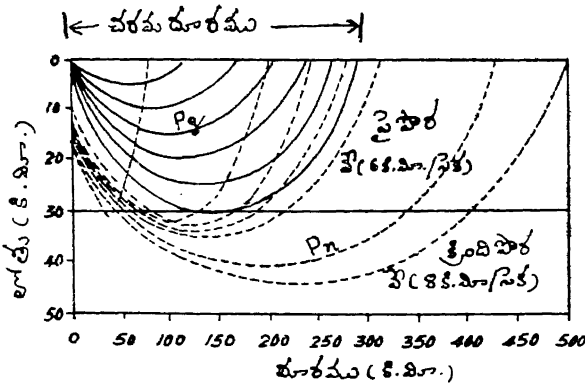
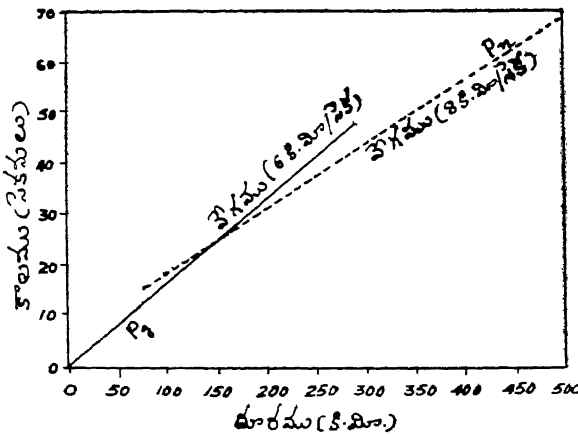
## ప్రయాణకాల-దూర రేఖలు, భూ గర్భ నిర్మాణ వర్ణన :

భూ కంప రేఖలో గల రక రకముల తరంగ ముల సమాహములను భూ కంప దశలందురు. భూ కంప కేంద్రమునకు నిటారుగ భూమ్యాపరి తలము మీదుగనున్న ప్రదేశమును భూమ్యాపరితల కేంద్రము అని వ్యవహరించుదురు. భూమ్యాపరితల కేంద్రమునకును భూకంపమానిని కేంద్రమునకును మధ్యగల దూరమును భూమ్యాపరితల కేంద్ర దూరము అని వ్యవహరించుదురు. భూమ్యాపరి తల కేంద్ర దూరమును భూకంప తరంగ ప్రయాణ కాలముతో విభజించిన భూకంప తరంగ వేగము లభించును. భూ కంప తరంగములు భూగర్భము లోనికి చొచ్చుకొని పోయిన కొలది, వాని ప్రయాణ వేగము పెరుగుట శాస్త్రజ్ఞులచే గమనించబడినది. ఇదియే కాక భూ శరీర తరంగముల సూత్రముల ప్రకారము సాంద్రత గూడ భూ గర్భములోనికి పోయినకొలది పెరుగునని తెలియుచున్నది. సాంద్రత, తరంగ వేగములు రెండును పెరుగుట వలన, భూ గర్భములోనికి పోయినకొలది స్థితి స్థాపకతగూడ పెరుగునని విశదమగుచున్నది. స్థితి స్థాపకత పెరుగుటకు అనుగుణముగ భూ గర్భము లోనికి పోయినకొలది లోపలగల ఖనిజముల సంఘటనము, శీలలు భౌతిక వ్యవస్థలు మార్పు చెందుచున్నవని భూకంప శాస్త్రజ్ఞులు తెలియజేయు చున్నారు.

మనము కాంతిశాస్త్రములో వ్యవహరించు చున్న కిరణ వక్రీభవన సూత్రమును, భూకంప

శాస్త్రములో గూడ ఉపయోగించవచ్చును. భూ శరీర తరంగములకు-వేగము పెరుగుదలతోపాటుగ-వక్రీభవనము కూడ గలిగి నెమ్మదిగ తరంగములు ఊర్ధ్వముఖమై చివరకు భూమ్యుపరితలమునకు తిరిగి వచ్చును. ఇంతేకాక భూగర్భములోను పొరలుండుట, వాటి స్థితిస్థాపకతా గుణములలో ప్రగాఢమైన మార్పులుండుట గూడా భూకంప శాస్త్రము వలన తెలియుచున్నది. ఇట్టి విధిన్ని తత్వముల పొరలను తరంగములు ఎదుర్కొని నప్పుడు వానిలో కొంత భాగము ప్రతిఫలనము,

కొంత భాగము వక్రీభవనము చెందును. తరంగముల పతనకోణము చరమ విలువను అధిగమించినప్పుడు, తరంగములు రెండు పొరల మధ్య సరిహద్దు మీదుగ కొంత దూరము ప్రయాణము చేయుచు నెమ్మదిగ, చివరకు భూమ్యుపరితలమునకు తిరిగి వచ్చును. వివిధ భూకంపమానిని కేంద్రములనుండి లభించిన భూకంప లేఖలను పరిశీలించి శాస్త్రజ్ఞులు తరంగ ప్రయాణ మార్గములను, భూ గర్భములో వాని వేగములను నిర్ణయించుదురు. భూకంప లేఖల నుండి వివిధ తరంగ దశల



పటము 5. ప్రయాణకాల-దూర రేఖా తత్వ వివరణ. క్రిందిభాగము: కుడివైపున భూకంప వేగ నిర్మాణ వర్ణన, నెండు పొరలకేసు ఎడమవైపున కిరణమార్గముల (సంపూర్ణ గీతలు పై పొరలోని కిరణములను, అసంపూర్ణ గీతలు క్రింది పొరలోని కిరణములను సూచించుచున్నవి) పై భాగమున ప్రయాణ-కాలరేఖ

ప్రయాణ కాల-దూరములను రేఖా చిత్రములుగ గీయుదురు. ప్రతి భూపొరలోను ఒక్కొక్క స్థిరవేగముతో తరంగ దళలు ప్రయాణము చేయుట చేతను, వాటి రేఖలను ఇంచు మించు సరళ రూపములోనే గీయవచ్చును. వివిధ దళలకు వేర్వేరు సరళ రేఖలను గీయవచ్చును. వేగము = దూరము/కాలము అను సూత్రమును అనుసరించి ప్రతి సరళరేఖ యొక్క వాలునుండి ఆయా దళలకు సంబంధించిన వేగములను లెక్కించవచ్చును. ఉదాహరణకు సెకనునకు 0 కి.మీ. సెకనుకు 8. కి.మీ వేగములు గల రెండు పొరలకు సంబంధించిన ఒక సాధారణ వ్యవస్థ(పటము-5.లో) చూపబడినది. ఈ కాల - దూరరేఖలోని రెండు భాగములు - ప్రైపొర, క్రింది పొరలోని - కిరణ వేగములను సూచించుచున్నవి. కిరణ మార్గములను ఎక్కువగ కట్టిడి చేయు పొరను బట్టి కాల- దూర రేఖల వాలు, కిరణముల వేగము ఉండును.

పై పరిశీలనలో భూమ్యుపరితల కేంద్ర దూరము, భూకంప జనన కాలము ముందే తెలిసి ఉండునని భావించబడినది. నిజమునకు, భూకంప శాస్త్రజ్ఞులకు మొదట యీ రెండును తెలియనట్టివి. మునుపటి కాలములో భూకంప లేఖనుల నుండి వివిధ తరంగ దళల మధ్య వేగభేదము మాత్రమే తెలిసి ఉండెను. ఉదాహరణకు P, S తరంగములను తీసుకొని,  $x$  ను భూకంప మానిసికి-భూమ్యుపరితలమునకు మధ్యగల దూరముగ భావించిన యెడల P, S ల ప్రయాణ కాలములను

$$t_p = x/a$$

$$t_s = x/b$$

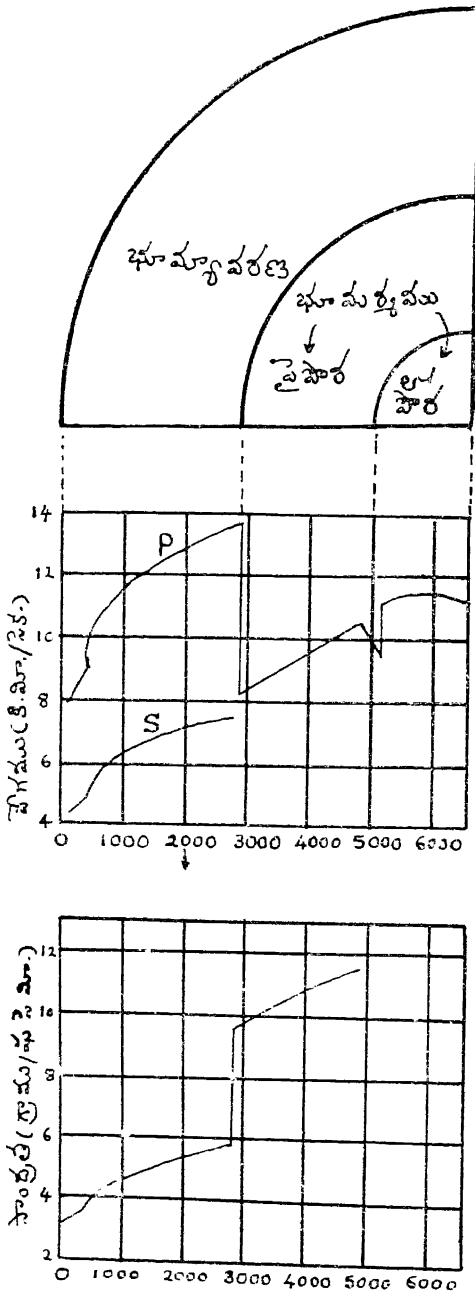
అని సూత్రీకరణ చేయవచ్చును.  $(t_p - t_s)$  విలువను లెక్కించగలిగినప్పుడు  $a, B$   $x$  విలువలను, సులభముగ గణించవచ్చును.  $(t_p - t_s)$  విలువ నిజమునకు భూకంప కేంద్రము యొక్క లోతు మీదను, భూమి యొక్క వంకర మీదను, ప్రయాణ యానకములోని వేగముల మార్పులచే కిరణములు పొందు వక్రీభవనము మీదను, స్థితి స్థాపకతలోని అసాంతత్వముల మీదను గూడ ఆధారపడి ఉన్నది. ఈ మార్పు విలువలను గణనలోనికి తీసుకొని, సిద్ధాంతశాస్త్ర రీత్యా అనేక రకములైన తరంగ

దళలకు, భూమ్యుపరితల కేంద్ర దూరములకు, భూకంప కేంద్ర లోతులకు సంబంధించిన రెండు రకముల కాల-దూర రేఖలను, ఆదిలో జై-ప్రీ-బుల్లె నులు కలసియు, గూబీన్-బర్గ్ విధిగాను తయారు చేసిరి. ఇటువంటి సిద్ధాంతరేఖలు భూమియొక్క నిర్మాణ పద్ధతిని సూచించే సామాన్య నమూనాల మీద ఆధారపడి ఉండి, భూ గర్భములోని ఐక్య రూపమును నిర్దేశించునట్టివి. నిజమునకు భూగర్భములోని వివిధ పొరలు, వివిధ ప్రదేశములలో వివిధ స్థితులలో నుండుటచేతను(చూ : చిత్రము 4 ) భూమి యొక్క దీర్ఘ వృత్తాకారము వల్లనూ, భూకంప విజ్ఞానపు లెక్కలు నిరంతరము పునః పరిశీలించ బడుచున్నవి. వివిధ ప్రదేశములలోను నూతనముగా స్థాపింప బడిన ఆధునిక భూకంప మానిసి కేంద్రముల నుండి లభించిన ప్రాదేశిక సమాచారములతో, పై సిద్ధాంత కాల-దూర రేఖలను సంస్కరించి, నూతన ప్రాదేశిక కాల-దూర రేఖలను నిరంతరము తయారుచేయుచున్నారు.

భూ పటలము, భూమ్యావరణంలోని పై భాగములను పరిశీలించి, వానిలోని వివిధ పొరల మందమున్ను, వేగములున్న ప్రాదేశికముగ పొందు మార్పులను నిర్ణయించుటకు భూ పటలపు లోతులందు T.N.T మందును పేల్చి, కృత్రిమ భూకంపములను ప్రభవించు చేసి శాస్త్రజ్ఞులు పరిశీలన చేయుచున్నారు. ఈ పద్ధతిని "డిప్ థైస్మిక్ సౌండింగ్" లేక DSS అని వ్యవహరించుచున్నారు. ఈ DSS పద్ధతినే మన భారత దేశంలోని తూర్పు కోస్తా పట్టణముగు కావలి నుండి, దేశపు పశ్చిమ కోస్తా పట్టణముగు ఉడిపి వరకు గల మధ్యప్రాంతమును రష్యను, భారతీయ శాస్త్రజ్ఞులు 1972-75 సంవత్సరముల మధ్యకాలములో పరిశీలించిరి.

భూమిలోపల రెండు ప్రధానమైన అసాంతత్వములు 30-60 కి.మీ, 2900 కి.మీ. లోతు ప్రాంతములలో కలవు. వీనిలో మొదటిది మొహో లేక మొహోరోవిసిక్ అసాంతత్వము అని సాధారణముగ వ్యవహరింప బడుచున్నది. ఈ రెండు అసాంతత్వములు భూమిని-భూ పటలము, భూమ్యావరణము, భూ మర్మము అను-మూడు భాగములుగ

చేయుచున్నవి. (చూ : పటము 8)



పటము 8. భూమిలోపల లోతునుబట్టి సాంద్రతయును తరంగముల వేగమును మారుట ఇందు కనగలుగుము.

పటము-5 లో చూపిన రీతిగ చరమ దూరము లోపల, కిరణములు సంపూర్ణాంతః పరావర్తనము పొందులోపల, భూకంపరేఖలలో పైపొరకు చెందిన వక్రీభవన రేఖలు, ప్రతిఫలన రేఖలు రెండును కనిపించును. చరమ దూరము దాటిన తరువాత మొదట రిక్తార్థగునవి రెండవ పొరలో వక్రీభవనము పొందినట్టి తరంగములు. రెండవ పొర లోనివేగము మొదటి పొరలోని వేగముకన్న అధిక మగుట చేత, ఇది సంభవించును. మొదటి పొరలోని వక్రీభవన తరంగ దశలను,  $p_g, s_g$  అను సంకేతములతోను, ప్రతి ఫలన తరంగ దశలను  $P_n, S_n$  అను సంకేతములతోను, వ్యవహరించుదురు. క్రింది పొరలోని  $P_n, S_n$  లను మోహో దశలని గూడ వ్యవహరించుదురు. పైన విశదీకరించిన తరంగదశలే కాక, యింకా అనేక రకములైన దశలు భూమి లోపలి వివిధ పొరలలో-వక్రీభవనము, ప్రతిఫలనము పొందినవానిని గూడ-శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి.

భూమిలోపల P, S తరంగముల వేగములు, చిత్రము 8 లో ద్రవ్యరాశి సాంద్రత యొక్క మార్పులు సూచింప బడినవి. భూమర్మము గుండా S తరంగములు ప్రయాణము చేయకుండుటనుబట్టి భూమర్మము ద్రవరూపమున నున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించిరి. ఇంతవరకు లభించిన సమాచారము వలన భూమ్యా వరణలోని పైపొర ఆలివీను -  $(Mg, Fe)_2 SiO_4$  అను - ఖనిజముతో కూడినట్లు భావించిరి. 400-800 కి. మీ లోతులలోని తరంగ వేగముల మార్పులు ఆలివీను నుండి స్పినెల్ యొక్క వివిధ దశలలోనికి ఖనిజము మార్పులను సూచించుచున్న వని గూడ భావించిరి. 1948 సంవత్సరము వరకు శాస్త్రజ్ఞులు భూమర్మము, ఇనుము లేక నికెల్ యినుముతో కూడినట్లు భావించిరి. ఈ మధ్యకాలపు పరిశోధనల వలన భూమర్మము సిలికోను, హైడ్రోజనులతో కూడినట్లు తెలియవచ్చుచున్నది.

విస్సా అప్పారావు.

అకరములు :

1. Eiby, G A. About Earthquakes; Harper and Bros. N.Y. 1957.

2. Hodgson, John H; Earthquakes and Earth Structures. Prentice Hall Inc. N. Jersey, 1964.

3. Richter, Charless F. Elementary Seismology; W.H. Freeman & Co; San Francisco. 1958.

4. Annual Reports of the National Geophysical Research Instt. Hyderabad.

5 Stacey, Cook and Gyer. Global Geophysics. 1971.

## 209. భౌమోష్ణ ప్రవాహం, భౌమోష్ణ చరిత్ర, భూమిలోని ఉష్ణోగ్రత.

**భౌమోష్ణ ప్రవాహం**

వేడినీటి బుగ్గలు, ఉష్ణద్రవ నిర్జ్వాలాలు, అగ్ని పర్వతాలు మొదలగునవి భూతాపాన్ని తెలియ జేస్తాయనే విషయం లోకసామాన్యమైనది. మన దేశంలో సుమారుగా 800 వేడినీటి బుగ్గలు ఉన్నాయి. అగ్నిపర్వతాలు నేడు మనదేశంలో లేవు కాని సుమారు 60 మిలియను సంవత్సరాల క్రితము అగ్నిపర్వతాలవల్ల మౌలికేయ లావాలు పైకి వచ్చి నేడు దక్కన్ ట్రాప్ అనే ప్రాంతంగా ఏర్పడినవి. ఇతర దేశాల్లో కూడా వివిధ భూమి మహా యుగాలలో ఇట్టి అగ్నిమయ క్రియలెన్నో జరిగినవని స్పష్టంగా తెలుస్తుంది. హవాయి, న్యూజిలాండ్, ఐస్లాండ్. జపాను మొదలగు దీవుల్లో అగ్నిపర్వతాలు నేడు ప్రత్యక్షంగా గోచరమయ్యే భూ ప్రక్రియలు. ఇట్టి చర్యలన్నింటి వల్లా భూగర్భం నుండి విడుదలయ్యే ఉష్ణశక్తి సెకనుకు  $5 \times 10^{10}$  కెలోరీని అంచనా. ఇది సుమారు రెండు లక్షల మెగావాట్లకు సమానము, ఇలాంటి అసాధారణ ప్రాంతాలు వైశాల్యరీత్యా చాలా పరిమితమైనవి. ఈ ప్రాంతాలను మినహాయించగా మిగిలిన తక్కిన సాధారణ ప్రాంతాల్లో ఉష్ణవహనము ద్వారా భూమిలోపలి నుంచి, భూతలానికి ఉష్ణశక్తి ప్రవహిస్తూ ఉంటుంది. ఈ ప్రవాహాన్ని భౌమోష్ణ

ప్రవాహం అని నిర్వచించారు. సగటున ఈ ఉష్ణ ప్రవాహం, 1 చ. సెం.మీ. నకు, 1 సెకనుకు, 1.5 మెక్రో కెలోరీలు ఉంటుంది. ఈ విషయము భూతలం వైశాల్యంతో గుణించి నట్లయితే  $80 \times 10^{12}$  కెలోరీ/సెకను అవుతుంది. ఈ శక్తి అగ్నిపర్వతాలవల్లనూ, భూకంపాలవల్లనూ తదితర ప్రక్రియలవల్లనూ ఉత్పాదితమయ్యే శక్తి కంటే, కొన్ని వందల రెట్లు ఎక్కువగా ఉంటుంది. మానవ జీవితావసరాలకై ఉత్పత్తి చేయబడే శక్తి ( $2 \cdot 10^{12}$  కెలోరీ/సెకను) ఇందులో నాలుగో వంతు మాత్రమే.

భూ ఖండాల్లో భిత్తికలందును, గనులందును, సముద్రాలలో అట్టుడుగునను గల అవశేషములను, ఉష్ణోగ్రతలను, మరియు శీల ఉష్ణ వాహకత్వమును కొలిచి ఒక ప్రదేశపు భౌమోష్ణ ప్రవాహాన్ని కనుక్కువచ్చు. 1939 నుండి జరుగుతున్న పరిశీలనల వల్ల భౌమోష్ణ ప్రవాహపు కొలతలు నేటికి మూడువేలు పైబడి ఉన్నాయి. ఇట్టి పరిశీలనల వల్ల వివిధ రకములైన నైసర్గిక విహవకారక ప్రాంతాలకు సగటు భౌమోష్ణ ప్రవాహపు విలువలు నిర్ణయించటం జరిగింది. ఇవి భూ భౌతిక, భూ

విజ్ఞాన శాస్త్ర విశ్లేషణలో చాలా ఉపయోగపడే అంశాలని ఋజువు అయింది.

భౌమోష్ణ ప్రవాహం - భూ విజ్ఞాన శాస్త్రాల దృష్ట్యా ముఖ్యమైనదైనా - భూతల ఉష్ణోగ్రతా స్వరూపంపై ఎట్టి ప్రభావమూ లేనిది. ఇందుకు కారణం, సూర్యుని నుంచి భూతలం చేరి తిరిగి పైకి వికిరణమయ్యే ఉష్ణశక్తి, భౌమోష్ణ ప్రవాహం కంటే కొన్ని వేల రెట్లు ఎక్కువగా ఉండటమే. భూతలం పైని ఉష్ణోగ్రతా స్వరూపం సూర్య సంచంద్రమైనదీ, వాతావరణాధారమైనదీను. కాలానురీత్యా భూ తల ముపై ఉష్ణోగ్రతలో జరిగే మార్పుల ప్రభావం, భూమిలోపలి ఉష్ణోగ్రతలపై చాలా కొద్ది లోతు వరకే ఉంటుంది. భూమిలోపలి ఉష్ణోగ్రతలలో దైనికమైన మార్పులు కొన్ని పదుల సెం. మీ. వరకున్నా, ఋతుక్రమమైన మార్పులు కొన్ని మీటర్ల వరకున్నా, సాంపత్సరికంగా కలిగే మార్పులు సుమారు 20-80 మీటర్ల వరకున్నా ఉంటాయి. ఇంతకు పైబద్ధ లోతుల యందు ఎట్టి మార్పులూ ఉండవు. అంటే, ఒక లోతుకు ఉష్ణోగ్రత ఏ కాలాన కొలిచినా ఒకే విలువ కలిగి ఉంటుంది. కాని లోతు పెరిగిన కొలది ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతూ ఉంటుంది. ఉష్ణోగ్రతలోని ఇట్టి పెరుగుదల రేటును భౌమోష్ణ ప్రవణత (Geothermal gradient) అని అంటారు. దీని విలువ సాధారణంగా  $1^{\circ}\text{C}/100$  మీ. నుండి  $7^{\circ}\text{C}/100$  మీ. ఉంటుంది.

భౌమోష్ణ ప్రవాహ గణనం ఈ క్రింది సమీకరణాన్ని ఉపయోగించి చేస్తారు.

భౌమోష్ణ ప్రవాహం = భౌమోష్ణ ప్రవణత  $\times$  శీలం ఉష్ణ వాహకత.

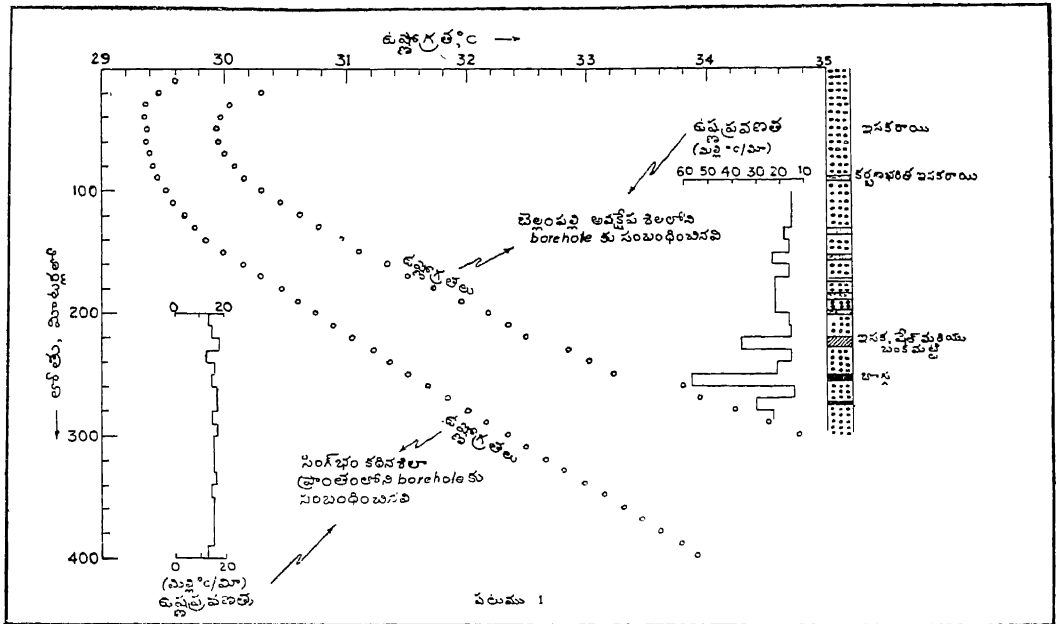
ఒక ప్రదేశంలోని భౌమోష్ణ ప్రవాహాన్ని కొలవటానికి కావలసిన దత్తాంశాలు రెండు.

1. కాలాంతరమైన మార్పులు, అంతర్గత ప్రభావితమైన మార్పులు లేని లోతులయందు కొన్ని వందల మీటర్ల అంతరంపై ఉష్ణోగ్రతలు.

2. ఈ అంతరంలోని శీలం ఉష్ణవాహకత స్వపు విలువలు.

ఈ రెండింటినీ కూడా, భూ భిత్తికలలో గాని, గనుల్లో గాని, కొలుస్తారు. సర్వసాధారణంగా వీటి లోతులు కొన్ని వందల మీటర్ల వరకే ఉంటాయి. ఉష్ణోగ్రతలు కొలవడానికై థర్మిడర్ పరికరాన్ని వాడతారు. ఈ పరికరాన్ని సరియైన కేబుల్ కు కలిపి భిత్తికలోనికి కావలసిన లోతు నకు దింపి, థర్మిస్టర్ (ఒక రకమైన అర్ధ వాహకము) యొక్క విద్యున్నిరోధక శక్తిని సరియైన విద్యుత్ బ్రిడ్జి వలన కనుక్కొని. ఇందుకు అనురూపమైన ఉష్ణోగ్రతను లెక్కింపవచ్చును. ఈ విధంగా భిత్తికల్లో ఉష్ణోగ్రతలు  $0.001^{\circ}\text{C}$  వరకు నిర్ణయించ వచ్చును. ఉదాహరణకై, మన దేశంలోని రెండు ప్రాంతాల్లో పొందిన లోతు-ఉష్ణోగ్రతా స్వరూపాలను 1వ పటంలో చూపించడమైనది. (చూ : పు 911)

ఉష్ణోగ్రత కొలిచిన లోతుల నుండి తీయబడ్డ శీలంకు ఉష్ణవాహకతను ప్రయోగశాలలో కొలవవచ్చును. వీటి మాధ్యమిక విలువను కనుక్కొని, పై సమీకరణంచే ఆ ప్రదేశంలోని ఉష్ణప్రవాహం నిర్ణయించ వచ్చును. సముద్రపు అట్టడుగున నీటి ఉష్ణోగ్రత కాలానుగతమైన మార్పులేవీ లేకుండా, స్థిరంగా ఉంటుంది. ఈ కారణంగా, సముద్రపు టడుగున గల అవశేషంలో, పై కొన్ని మీటర్ల అంతరంలోని ఉష్ణోగ్రతలు కొలవినట్లయితే భౌమోష్ణ ప్రవణత కనుగొన వచ్చును. ఇందుకై 3-4 మీటర్ల పొడవు గల్లి లోపం ధర్మిస్టర్లు అమర్చబడ్డ పరికరాన్ని అవశేషంలోనికి జొనిపి, తగు సాధనాలచే ఓడలనుంచే ఉష్ణోగ్రతలు రికార్డ్ చేసి భౌమోష్ణ ప్రవణత నిర్ణయిస్తారు. కోరింగ్ పరికరాల ద్వారా అవటి అవశేషాన్ని కొంతమైకి తీసి నీడిల్ ప్రోబ్ ఆనెడి సాధనంచే ఉష్ణవాహకతను కొలుస్తారు. ఈ దత్తాంశాల ద్వారా, సముద్రాల క్రింద భూతలాన్ని చేరే ఉష్ణప్రవాహం కనుగొనడం సంభవిస్తున్నది.



పటము 1. సింగ్ భం, బెల్లంపల్లి ప్రాంతాలలోని లోతు - ఉష్ణోగ్రతా స్వరూపాలు

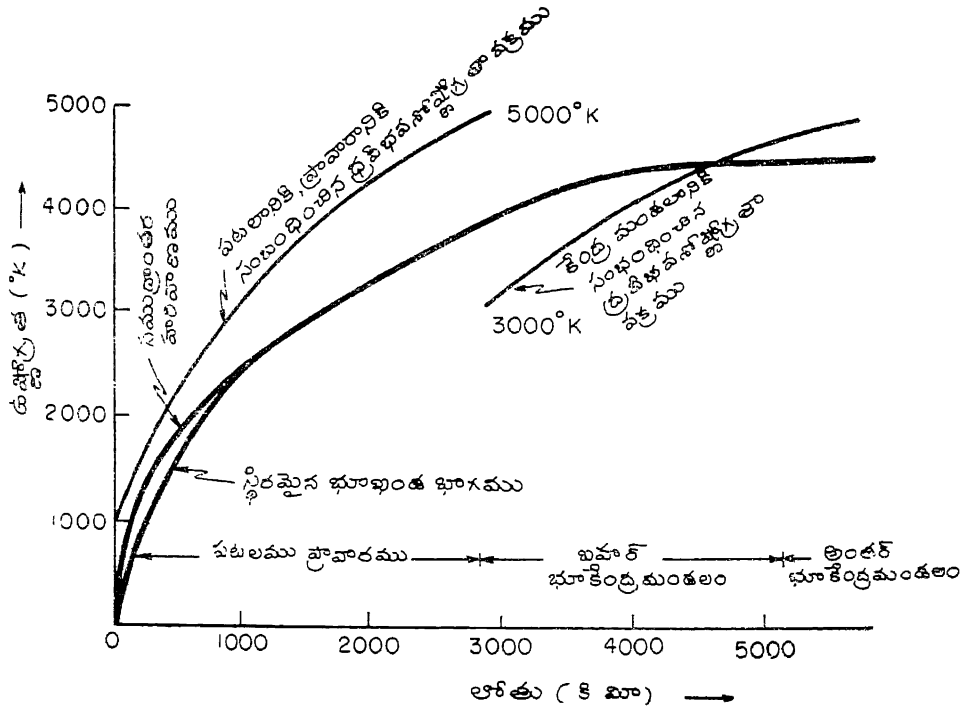
ఖండాలలో భౌమోష్ణ ప్రవాహం : దీనికి ముఖ్యమైన మూలం భూపటలంలోని రేడియో ధార్మిక మూలకాల వల్ల జనితమయ్యే ఉష్ణం. యురేనియమ్, మరియు థోరియమ్ సాధారణ శిలల్లో చాల తక్కువ గాఢతలలో ఉంటాయి. పొటాసియమ్ కౌంట్ శాతంలో ఉంటుంది. వీటిలోని ముఖ్యమైన రేడియో ధార్మిక ఐసోటోప్లు  $U^{238}$ ,  $Th^{232}$  మరియు  $K^{40}$ . వీటి క్షీణతవల్ల బయల్పడ్డ కేంద్రక కణాం శక్తి - ప్రధానంగా ఆల్ఫా కణాం శక్తి - ఉష్ణ శక్తిగా మారుతుంది. ఈ విధంగా గ్రానైట్ శిలల్లో, సగటున, 1 మ. సెం. మీ. నకు, 1 సెకనుకు,  $5 \times 10^{-13}$  కెలోరీల శక్తి జనిస్తుంది. ఐసోటోప్ శిలల్లో ఇందులో సుమారు మూడవ వంతు జనిత మవుతుంది. ఖండాలలోని పటలం యొక్క సగటు మందము 35 కి. మీ. ఇందులో పై భాగాన గ్రానైట్ సంబంధమైన శిలలు, క్రింది భాగాన ఐసోటోప్ సంబంధమైన శిలలు ఉన్నాయి. కాబట్టి

ఖండాలలో మనం కొలిచే భౌమోష్ణ ప్రవాహంలో దాదాపు 70 శాతం, పటలంలో రేడియో ధార్మికంగా జనితమయ్యే ఉష్ణం వల్లనేనని గ్రహించవచ్చును. తక్కిన భాగం ప్రావారంలో నుంచి వచ్చే ఉష్ణం. సముద్రాల క్రింద పటలం, సగటున 5 కి. మీ. మందం కలది. ఇదియు ఐసోటోప్ సంబంధమైన శిలలచే నిర్మితమైనదేను. కాని సముద్రాల క్రింది సగటు భౌమోష్ణ ప్రవాహం, ఖండాలలోని సగటు భౌమోష్ణ ప్రవాహానికి సమానంగానే ఉంటుంది. కాబట్టి సముద్రాంతర భౌమోష్ణ ప్రవాహంలో 5 శాతం మాత్రమే పటలంలో జనితమగు ఉష్ణం వల్ల కలుగుతుంది. తక్కిన భాగం ప్రావారంలో జరిగే ఉష్ణ సంవహనం వల్ల కలుగుతుంది. మధ్య సముద్రాంతర కటకాల వద్ద, ప్రావారంలోని పదార్థం ఉన్నతోష్ణస్థితిలో పైకి వచ్చి, మనీభవించి, చలక రూపమున పయనించి, కందకాలవద్ద చల్లని పదార్థంగా ప్రావారంలోనికి వెళ్లిపోతుంది.

సముద్రాంతర భౌమోష్ణ ప్రవాహపు స్వరూపం ఈ ప్రక్రియకు అనుగుణంగా ఉంటుంది.

**భౌమోష్ణ చరిత్ర:** ప్రావారం, కేంద్ర మండలం లోని ఉష్ణోగ్రతలు : అత్యధికమైన లోతుల వరకు తొలచబడ్డ భౌతికలు కూడా 3-4 కి. మీ. మించి ఉండవు. కాబట్టి ఇంతకు మించిన లోతులలో గల ఉష్ణోగ్రతలను ప్రత్యక్షంగా కొలవ లేము భౌమోష్ణ ప్రవాహపు కొలతలవల్లనూ,

పటలంలో రేడియో ధార్మిక మూలకాల వితరణ గురించిన ఊహ వల్లనూ, పటలంలోను ప్రావారపు పై భాగంలోను, అంటే సుమారుగా 400. కి. మీ. వరకును ఉష్ణోగ్రత స్వరూపాన్ని నిర్దిష్టం చేయ వచ్చును. అధఃప్రావారంలోనూ, భూకేంద్ర మండలంలోనూ-అంటే భూకేంద్రానికి గల తక్కిన 6,000 కి.మీ దూరంలోను - ఉష్ణోగ్రతల తీరును - పై ఆధారాలపై గుణించలేము. ఇందుకు కారణం,



పటము 2. ఉహోబద్ధ చరిత్ర ప్రకారం అంచనా వేయబడ్డ ఉష్ణోగ్రతల తీరు

ఇబట్టి ప్రక్రియల ప్రభావం భౌమోష్ణ ప్రవాహం పై అత్యల్పంగా ఉండటమే. కాని భౌమోష్ణ చరిత్రాధారంగా ఈ ఉష్ణోగ్రతల తీరును సుమారుగా అంచనా వేయవచ్చును. భూమి ఉద్భవించిన విధానం, తర్వాత అంతర్గతంగా జరిగిన వస్తు పరిణామాలు, ఉష్ణచలన ధర్మాలు, రేడియో ఐసోటోప్ వితరణ, భౌమ కాలానుగతంగా వీటన్ని

టిలో కలిగిన మార్పులు మొదలైన అంశాలని సిద్ధాంతాల ప్రాతిపదికలపై చర్చించి, భౌమోష్ణ చరిత్రను చూచాయగా నిర్మించవచ్చును. ఇట్టి ఊహోబద్ధమైన చరిత్ర ప్రకారం అంచనా వేయబడ్డ ఉష్ణోగ్రతల తీరు 2. వ. పటంలో చూడవచ్చు. ఇందులో గమనింప దగ్గ ముఖ్య విషయాలివి.



1. సుమారు వంద కిలోమీటర్ల వరకు ఉష్ణోగ్రత చాలా హెచ్చుగా పెరుగుతుంది. ఇది రేడియోధార్మిక మూలకాలు, పై పొరల్లోకి సాంద్రీకరింపబడటం వల్ల కలిగిన ఫలితం.

2. తర్వాత కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల వరకు ఉష్ణోగ్రత ద్రవీభవనోష్ణోగ్రతకు సమీపంగా ఉంటుంది.

ఈ విషయం, భూప్రకంపన శాస్త్రం ద్వారా కనుగొన్న అల్పతరంగ వేగ మండలానికి మరియు అగ్నిమయ క్రియలకూ గల ఉనికిని వివరిస్తుంది. అగ్నిమయ క్రియలు జరుగు ప్రదేశాల్లో ఈ మండలంలోని ఉష్ణోగ్రతలు ద్రవీభవనోష్ణోగ్రతలను మించి ఉంటాయి.

3. వివిధ రకములైన విరూపకారక ప్రాంతాలలోని ఉష్ణోగ్రతలు, లోతునకు వెళ్ళినకొద్ది అభిసరణ చెందుతాయి. ఉదాహరణకు, కొన్ని వందల కి.మీ.వరకు స్థిరఖండానికి సంబంధించిన ఉష్ణోగ్రతావక్రము, సముద్రాలకు సంబంధించిన వక్రాని కంటే క్రింద ఉంటుంది. కాని పోను పోను సముద్రాల క్రింది ప్రవణత కంటే ఆ ప్రవణత హెచ్చటం వల్ల, రెండు వక్రాలు కలిసి పోతాయి. ఇవి

రేడియోధార్మిక మూలకాల వితరణలోని వ్యత్యాసాల వల్ల కాని, ఉష్ణవాహకత లోని వ్యత్యాసాల వల్ల కాని జరగవచ్చు.

4. వెయ్యి కి.మీ.పై బడి, ఉష్ణోగ్రతల అంచనా భౌమోష్ఠ చరిత్రలోని ఏ అంశంలోనైనా కొద్ది మార్పులు చేసికొని వందల డిగ్రీలు మార్చవచ్చు. ఇదట నిర్దుష్టంగా చెప్పగలిగిన విషయం భూకంప శాస్త్ర పరిశోధనాల ఫలితాల వల్లనే.

కేంద్రమండలం ఇనుము లేదా తత్సంబంధమైన మిశ్రమ లోహ సంఘటనము కలది. కాబట్టి ప్రాచారకేంద్ర మండల సరిహద్దుల్లో ద్రవీభవనోష్ణోగ్రత చాలా తగ్గిపోతుంది. ఈ సరిహద్దు తర్వాత ఉష్ణోగ్రతలు చాలా తక్కువగా పెరుగుతాయి. బహిర్ కేంద్రమండలంలో, ఉష్ణోగ్రతలు ద్రవీభవనోష్ణోగ్రతల కంటే ఎక్కువగా ఉంటాయి. ఈ మండలం ద్రవస్థితిలో ఉన్నదనే ఆధారాలు ఉన్నాయి. అంతర్ కేంద్రమండలం ఘనస్థితిలో ఉంటుంది. కాబట్టి ఇచ్చటి ఉష్ణోగ్రతలు ద్రవీభవనోష్ణోగ్రతల కంటే తక్కువగా ఉంటాయి.

డా॥ ఆర్. ఉమామహేశ్వరరావు.

## 210. అయస్కాంత సర్వేక్షణలు

పరిచయము :

భూ నిక్షిప్తమైన ఖనిజ సంపదను అన్వేషించడానికి ఉపయోగించే భూభౌతిక శాస్త్ర పద్ధతులలో అయస్కాంత సర్వేక్షణా విధానము చిరకాలంగా వాడుకలో ఉంది. ఈ పద్ధతి శిలావిన్యాసాల అయస్కాంత వ్యత్యతలోని వ్యత్యాసాల ప్రాతిపదికగా రూపొందించబడింది. ఇనుము మొదలైన అయస్కాంత ధర్మాలు కలిగిన ధాతువుల అన్వేషణ

షణలే కాక, అయస్కాంత ధర్మాన్ని ఆధారం చేసి కొని వివిధమైన శిలా నిర్మితుల (ద్రవశములు, పగులు మొదలగువాని) అన్వేషణకును, తద్వారా, వీనిలో లభ్యమవటానికి అవకాశమున్న అంతర్జలము, చమురు, సహజ వాయువు, మరియు కొన్ని ఇతర ధాతువుల అన్వేషణకును కూడా ఈ విధానము విరివిగా ఉపయోగపడుతుంది.

పైన చెప్పిన అయస్కాంత వశ్యతలోని ప్రాదేశిక వ్యత్యాసాలు, భౌమ అయస్కాంత క్షేత్రంలో స్థానికంగా కొన్ని అసంగతులను కలుగ జేస్తాయి. మాగ్నటా మీటర్లనే సాధనాల సహాయంతో భౌమ అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రాదేశిక స్వరూపాన్ని అవేక్షణచేసి, దానిలోని అసంగతుల విశ్లేషణ ద్వారా ఖనిజ నిక్షేపాల ఉనికిని, స్థానిక శిలా నిర్మితుల వివరాలనూ గ్రహించటమే యీ అయస్కాంత సర్వేక్షణల లక్ష్యం.

**పరికరములు :**

ఈ సర్వేక్షణా ఫలితాలు ముఖ్యంగా అన్వేషణా నైశిత్యము మీద ఆధారపడి యుంటాయి. పూర్వ కాలంలో “డివి నీడిల్” లాంటి సామాన్య సాధనాలు ఉపయోగింపబడినా, రాను రాను అభివృద్ధి చెందిన సాంకేతిక పరిజ్ఞానం వల్ల, ప్రస్తుత కాలంలో అతి సూక్ష్మ గ్రాహ్యత, తగినంత మాపనా నైశిత్యము కలిగిన మాగ్నటామీటర్లు వాడుకలోకి వచ్చాయి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి విమోటన, వ్లక్స్ గేట్, ప్రోటాను, రుబీడియమ్ మాగ్నటా మీటర్లు. వీటినుపయోగించి అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఒక గామా నైశిత్యము (1 గామా అంటే  $10^{-5}$  ఆయిర్ నైట్) వరకు అతి సులభముగా కొలవవచ్చు. వీటిలో సర్వేక్షణలు తక్కువ వ్యయముతోను, తక్కువ వ్యవధిలోను చేయ గలుగుతున్నారు. ప్రస్తుతం హైదరాబాద్‌లోని జాతీయ భూ భౌతిక శాస్త్ర పరిశోధన సంస్థవారు ప్రోటాను, రుబీడియమ్ మాగ్నటామీటర్లను తయారు చేయడంలో తగినంత స్వయంసామర్థ్యాన్ని గడించి, మన దేశంలోని అవసరాలకు వీటిని అందించ గలుగు తున్నారు.

**సర్వేక్షణా విధానం :**

ఒక ప్రదేశంలో అయస్కాంత సర్వేక్షణ ప్రారంభించడానికి ముందు, అచ్చటి శిలా విన్యాసాల తత్వము, వాటి నతి, గతి (strike) యిత్యాది

వివరాలను సేకరించ వలసి ఉంటుంది. తరువాత ఆ ప్రదేశములో ఒక గ్రిడ్ నేర్పరచి దీనిపైన, నిర్ణీత స్థానాల వద్ద మాగ్నటామీటరు సహాయముతో అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రతను కొలుస్తారు. గ్రిడ్ లోని రేఖల మధ్యదూరము, యీ రేఖలపైని అవేక్షణా స్థానాల మధ్యదూరము సర్వేక్షణా లక్ష్యాన్ని బట్టి నిర్ణయించ బడుతుంది. ఉదాహరణకు స్థానికంగా తక్కువ లోతులో లభ్యమయ్యే ఖనిజాల ఉనికిని అన్వేషించటానికి అవేక్షణా స్థానాల మధ్య దూరము తక్కువగా ఉంచుతారు ఇలాకాక, చమురు, సహజ వాయువులు, లభ్యమయ్యే ఖారీ పరిమాణం కల శిలానిర్మితుల అన్వేషణలలోనూ, భూ పటం పరిశోధనలలోనూ, అవేక్షణా స్థానాల మధ్య దూరము తగినంతగా పెంచవలసి ఉంటుంది. అయస్కాంత అవేక్షణలు, సమస్యను బట్టి గ్రిడ్ పైనే కాక, నిర్ణీతమైన పార్శ్వరేఖల మీద కూడ జరుపవచ్చు. పార్శ్వరేఖల దిశ, అన్వేషణా నిర్మితి యొక్క గతికి అడ్డముగా ఉండాలి. ఈ అవేక్షణలకు పూర్వ అయస్కాంత శక్తిని గాని, దాని అంశాలను (క్షితిజ సమాంతర బలాంశము, క్షితిజ లంబ బలాంశము) గాని ఉపయోగించవచ్చు.

**విశ్లేషణ, అర్థవివరణ :**

ఇలా సర్వేక్షణలలో సేకరించిన అయస్కాంత దత్తాంశాలను విశ్లేషణము చేసి అర్థ వివరణ జెయ్య దానికి ముందు, యీ దత్తాంశాలకు కొన్ని సవరణలు చేయవలసి ఉంటుంది. ఇవి:

(i) భౌమ అయస్కాంత క్షేత్రంలో దైని కంగా జరిగే కాలబద్ధమైన మార్పుల ప్రభావాన్ని తీసివేయు సవరణ.

(ii) భౌమ అయస్కాంత క్షేత్రంలో సహజంగా ఉండే ప్రాదేశిక మార్పులని తీసివేయు సవరణ. ఈ సవరణ సర్వేక్షణా ప్రదేశము, ముఖ్యంగా ఉత్తర - దక్షిణ దిశలో, ఎక్కువగా విస్తృతమైనప్పుడు, చాలా అవసరమవుతుంది.

(iii) సమకాల సర్వేక్షణా సవరణ (Epoch reduction) : సర్వేక్షణలు సామాన్యంగా కొన్ని రోజుల పర్యంతము సాగుతాయి కనుక స్థానిక అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్క స్థాయిలో దిన దినమూ వచ్చేమార్పులను సవరించవలసి ఉంటుంది ఈ సవరణవల్ల, సర్వేక్షణా ప్రదేశమంతటా అయస్కాంత అవేక్షణలను ఒకే కాలంలో జరిపి దత్తాంశాలను నేకరించి నట్లవుతుంది. ఇలా సవరణలు చేసిన దత్తాంశాలకూ, ఒక నిర్దేశ పీఠము వద్ద అవేక్షణ చేసిన అయస్కాంత తీవ్రతకూ గల భేదాలను నిర్ణయించి సర్వేక్షణా ప్రదేశము యొక్క స్థలమాన చిత్రము మీద గుర్తించుతారు. ఈ గుర్తించిన దత్తాంశాలనుంచి సమ అయస్కాంత, ఐరేఖా మాన చిత్రము (Magnetic Contour Map) ను తయారుచేస్తారు.

ఇలా తయారు చేసిన చిత్రాన్ని స్థానిక శిలా విన్యాసాల పరిజ్ఞానం సహాయంతో అర్థ వివరణ చేస్తారు. ఈ అర్థ వివరణలో మొదటి భాగం పైన చెప్పిన మానచిత్రం నుంచి గాని, నిర్ణీత రేఖల పైకి మార్పు చేయబడిన అయస్కాంత అవేక్షణల నుంచిగాని అసంగతులను గుర్తు పట్టడం; ఈ అసంగతుల పరిమాణం, తీవ్రత, ప్రవృత్తుల నాధారంగా చేసికొని, వీటికి మూల కారణమైన ఖనిజ నిక్షేపాల, లేక, శిలా నిర్మితుల ఉనికి, వాటి పరిమాణము; స్వరూపము యిత్యాది వివరాలను, స్థూలంగా గ్రహించడం; తరువాతి దశ యైన, గుణాత్మక అర్థ వివరణలోని ముఖ్యాంశాలు. అటుపిమ్మట వీనిలో ముఖ్యమైన అసంగతులను తీసికొని ప్రమాణాత్మక విశ్లేషణం ద్వారా యీ అసంగతులకు కారణమైన భూ గర్భస్థ ఖనిజ నిక్షేపాల, లేక శిలానిర్మితుల వివరాలను నిర్ణయిస్తారు. కొన్ని దశబ్దాలుగా యీ అర్థ వివరణ పద్ధతులపై జరిగిన పరిశోధనల ఫలితంగా కొన్ని మేలైన పద్ధతులు వెలువడ్డాయి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి

“ద్వితీయావకలన పద్ధతి (Second Derivative Method)”, “ప్రశేవన పద్ధతులు (Continuation Methods)”. అయిననూ అయస్కాంత క్షేత్రము స్థితిజ క్షేత్రము అవటం వల్ల అర్థ వివరణలో కొంత అనిశ్చయత్వము, అనివార్యంగా అంతర్భూతమై ఉంటుంది.

**భారత దేశములో అయస్కాంత సర్వేక్షణల స్థితి :**

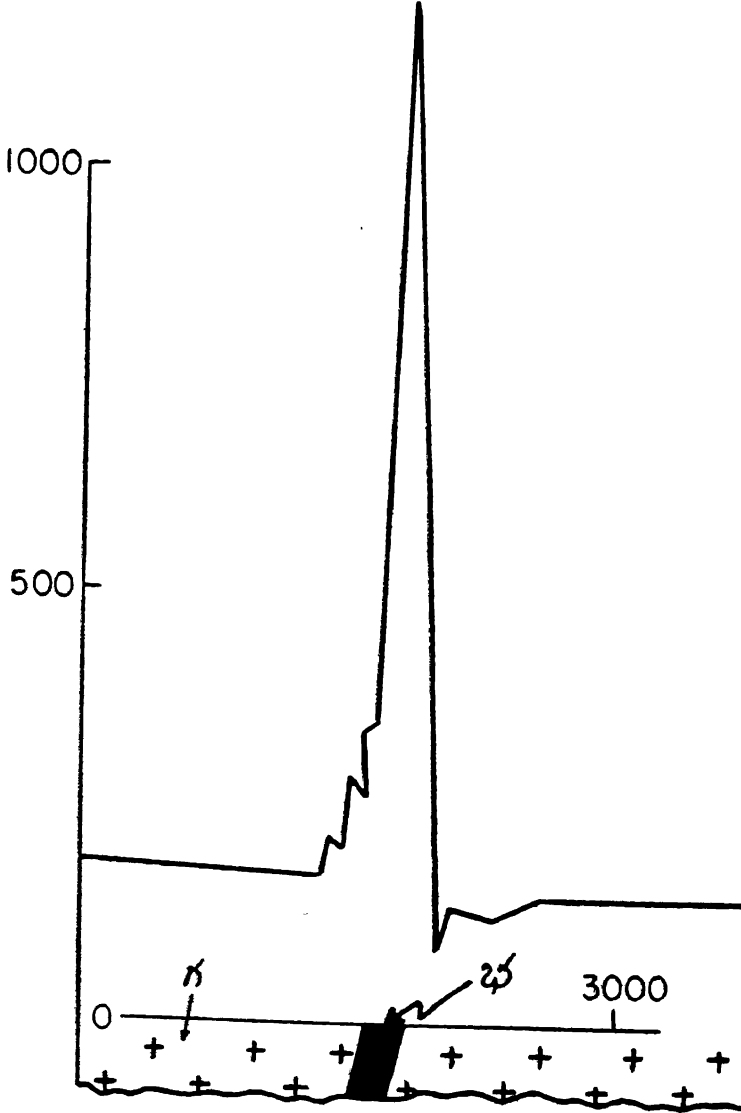
భారతదేశములో యీ అయస్కాంత సర్వేక్షణలను చాలా కాలం నుంచి వాడుతూనే ఉన్నారు. భారత భూగర్భ సర్వేక్షణా సంస్థ, చమురు, సహజ వాయువుల సంస్థ, జాతీయ భూభౌతిక పరిశోధన సంస్థలవారు, సర్వేక్షణలను అనేక ప్రదేశములలో పూర్వాన్వేషణలకు, వివరాన్వేషణలకు కూడా ఉపయోగించారు. ఇవిగాక అనేక విద్యా సంస్థలవారు (ముఖ్యంగా ఆంధ్ర, ఉస్మానియా, కాశీ, ధన్ బాద్, ఖద్గపురం విద్యా సంస్థలవారు) స్థానిక సమస్యలలో వాడుతూ వచ్చారు.

ఈ అయస్కాంత సర్వేక్షణలు నేలమీదనే కాక, విమానాల నుండి, ఓడల మీదనుండి కూడా జరుపవచ్చును. ముఖ్యంగా విమానాధార అయస్కాంత సర్వేక్షణలు గత రెండు మూడు దశాబ్దాలుగా బహుళ ప్రచారంలోకి వచ్చాయి. ప్రధానంగా పూర్వ సర్వేక్షణలకు ఉపయోగింపబడే ఈ సర్వేక్షణలు తక్కిన పద్ధతుల కంటే తక్కువ వ్యయముతో, అతివేగముగా, ఏ ప్రదేశములో నైననూ చెయ్యగలుగుతారు. ఇటువంటి సర్వేక్షణలు భారత దేశంలో కూడా గతంలో ఇతర దేశ సంస్థల సహాయంతో జరిగాయి. ఈ దశాబ్దములో జరిగిన కృషి ఫలితంగా జాతీయ భూభౌతిక పరిశోధన సంస్థ వారు విమానాధార సర్వేక్షణలకు కావలసిన అవేక్షణా మాపకాలను ప్రొటాన్, మాగ్నెటా మీటరులను తయారుచేసి వానిని ఉపయోగించి సమగ్ర సర్వే

క్షణాలు జరిపి, మన భారతదేశంలో ఇటువంటి సర్వేక్షణ కార్యక్రమాలలో నూతన శకానికి పునాదులు వేశారు.

**క్షేత్ర దృష్టాంతములు :**

ఇనుములాంటి అయస్కాంత ధాతువుల అన్వేషణలో అయస్కాంత సర్వేక్షణ విధానము



పటము 1. గని-కార్వ-వెల్డర్లీ భ్రంశముపై అయస్కాంత సర్వేక్షణలోని ఒక అయస్కాంత రేఖా వివరణ

యొక్క సమర్థతను ఈ క్రింద వివరించబడిన క్షేత్ర దృష్టాంతము ద్వారా తెలుసుకో వచ్చును.

కర్నూలు జిల్లాలో గని కార్వ-వెల్డర్లీ ప్రాంత

ములో భూ గర్భ అన్వేషణల ద్వారా ఇక్కడి శిలా విన్యాసంలో ఒక పెద్ద భ్రంశాన్ని చాలా కాలం క్రితం గుర్తించారు. ఈ భ్రంశము పొడుగునా,

మాగ్నెట్-హేమరైట్-క్వార్ట్జ్ అనే ధాతువులు విరివిగా లభ్యమవుతున్నవి. ఇటీవలనే ఈ ప్రాంతములో ఈ భ్రంశానికి అద్దంగా కొన్ని రేఖల మీద ఆయస్కాంత ఆవేక్షణలు చేశారు. వాటిలో ఒక ఉదాహరణ పటము, (ఎదుటిపుటలో) ఈయబడినది.

సరిగా భ్రంశముపైన ఆయస్కాంత క్షేత్ర పరిమాణము త్వరితముగా ఉధృతం అవటం

విశదంగా పటములో చూడవచ్చు. ఆ ఆయస్కాంత క్షేత్ర అసంగతి ప్రత్యక్షముగా 'హేమరైట్' ధాతువు మూలంగా కాక, దీనికి మూల కారణమై భూ గర్భస్థమైన 'మాగ్నెట్' ధాతువు వలన అని ఊహించబడినది. ఈ విధంగా యీ భ్రంశము ఇంతకు పూర్వము అనుకున్న దానికంటే చాలా పొడుగుగా విస్తృతమై యున్నదని తేలింది.

శ్రీ. పి. ఎ. పాల్.

## 211. భూ భౌతిక శాస్త్రంలో గురుత్వ పరిశోధనా పద్ధతి

పరిచయము :

విశ్వం గురుత్వాకర్షణకు లోనై యున్నది. సకల ద్రవ్యరాశులు వాటి చుట్టు గురుత్వ క్షేత్రాన్ని కలిగి యున్నవి. వాటి పరిమాణ మెంతయినా ద్రవ్యరాశులు ఒక దానిని మరొకటి ఆకర్షించును. కాబట్టి గురుత్వ క్షేత్రాన్ని కొలిచే పద్ధతి ఎట్టిదయినా ఆ యా ప్రాంతములలో గల అన్ని ద్రవ్యరాశుల ప్రాబల్యాన్ని నిర్ణయిస్తుంది. అన్వేషక భూ భౌతిక శాస్త్రంలో గురుత్వ పరిశోధనా పద్ధతి ఒకటి.

భూమ్యాకర్షణ వల్ల స్వేచ్ఛగా క్రింద పడే వస్తువుల త్వరణమే గురుత్వ త్వరణము. దీని విలువ భూమిపై వేర్వేరు ప్రదేశములందు వేర్వేరుగా నుండును. అంతేకాక దీని విలువ ఆ ప్రదేశములో గల ప్రత్యేక పరిస్థితులపై కూడా ఆధారపడి ఉండును. అనగా భౌమ వస్తువుల గురుత్వాకర్షణ ప్రభావములు, వాటికినీ, వాటి చుట్టును ఉన్న వస్తువులకునూ మధ్య సాంద్రతలో గల వ్యత్యాసములపై ఆధారపడి ఉండును. కనుక గురుత్వాకర్షణ పద్ధతులు - తేలిక పదార్థముల, భార ఖనిజాల అన్వేషణలోను, స్తరిత విన్యాసములలోని నిర్మాణముల పట చిత్రణములోను-అత్యంత ఉపయుక్త

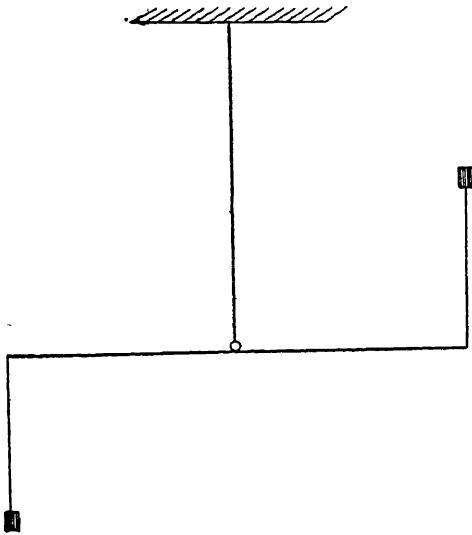
ములుగ ఉన్నవి. సాధారణముగ లోతులో సాంద్రత హెచ్చుటచే, గభీరతర విన్యాసములు ఉన్నమితమయినప్పుడు, హెచ్చు సాంద్రత గల విన్యాసములు తేలికైన తరుణ విన్యాసముల షీతిజ సమాంతర స్థాయికి వచ్చుట సంభవించును. అట్టి విన్యాసములలో ఖనిజ తైల నిక్షేపముల నిర్వకు సావకాశమున్నది. గురుత్వాకర్షణ పద్ధతుల ద్వారా అట్టి నిక్షేపములను అన్వేషించుట సాధ్యమగు చున్నది.

పరికరములు :

గురుత్వ పరిశోధనా పద్ధతిలో ముఖ్యమయిన ఘట్టము 'పరమ గురుత్వాకర్షణ' విలువను గాని, గురుత్వ త్వరణంలోని మార్పులను గాని కొలచుట. కాని గురుత్వ త్వరణంలో కలిగే స్వల్పమయిన వ్యత్యాసములను కనుగొనుటకు అతి సున్నితమయిన పరికరముల ఆవశ్యకత కలదు, 'లఘు లోలకము' 'విమోచన తుల' 'గురుత్వ మాపకము' ఇందుకు అనువైనవి. లఘు లోలకము 'డోలనావర్తన కాలము'ను నిర్ణయించును. ఈ కాలము ఆ ప్రదేశములో గల గురుత్వత్వరణము విలువపై ఆధారపడి

ఉండును. అందుచేత లఘు లోలకము 'పరమ గురుత్వత్వరణము'ను నిర్ణయించును. భూ పటలములో వీధేని ఖనిజం నిక్షిప్తమయి ఉంటే - దాని సాంద్రత, చుట్టు ఉన్న పదార్థముల సాంద్రత కన్న తక్కువయినప్పుడు - అట్టి ప్రాంతములలో గురుత్వత్వరణము ఎక్కువగా ఉండును. కాబట్టి ఖనిజ నిక్షిపాలున్న ప్రదేశములలో దోలనావర్తన కాలములో కూడ వ్యత్యాసములగపడును.

విమోచన తుల (పటము 1) ఏకాంక దూరములో గురుత్వ త్వరణము నందలి వ్యత్యాసములను



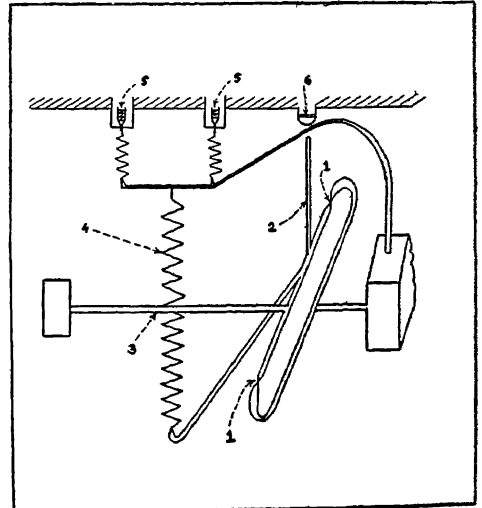
(పటము 1) విమోచన తుల

నిర్ణయించును. అనగా గురుత్వాకర్షణ ప్రవణత, వక్రతలను మాపనము చేయుటకు విమోచన తులను ఉపయోగింపవచ్చును.

గురుత్వ మాపకములు వివిధ ప్రాంతముల మధ్య (కోటిలో ఒక అంశం వంతు) కిచ్చితమయిన 'సాపేక్ష గురుత్వాకర్షణ'ను మాపనము చేయగలిగిన అతి సున్నితమయిన పరికరములు. గురుత్వ మాపకములు ముఖ్యముగా రెండు రకములు. అవి: స్థిర గురుత్వ మాపకములు, ఆస్థిర గురుత్వ మాపకములు. స్థిర గురుత్వ మాపక

ములలో ఒక సున్నితమయిన స్ప్రింగు చీవర బరువు వేలాడుతూ ఉంటుంది. సమతా స్థితి నుండి ఆ బరువు పొందే స్థానభ్రంశము గురుత్వాకర్షణ బలముపై ఆధారపడి ఉండును. ఆస్థిర గురుత్వ మాపకములలోని బరువు స్థానభ్రంశము పొందినప్పుడు ఇతరమయిన బలములు దానిపై వత్తిడి తెచ్చి ఇంకనూ ఎక్కువ స్థానభ్రంశమును కలిగిస్తాయి.

లఘులోలకము, గురుత్వాకర్షణ శక్త్యము యొక్క ప్రథమోత్పన్నపు విలువనూ, విమోచన తుల ద్వితీయోత్పన్నపు విలువనూ నిర్ణయించును. ఒక ప్రదేశమునకు వేరొక ప్రదేశమునకు మధ్య గురుత్వాకర్షణ బలంలోని వ్యత్యాసాన్ని 'గురుత్వాసంగతి' అందురు. దీనికి ప్రమాణము 'మిల్లిగాల్'. సుప్రసిద్ధ శాస్త్రజ్ఞుడు 'గెలిలియో' గౌరవార్థము త్వరణానికి, ప్రమాణము 'గాల్' అని వ్యవహరింప బడుతోంది. ఒక మిల్లిగాల్, గాల్లో వెయ్యవ వంతు. ఆధునిక గురుత్వ మాపకములలో 'వార్డన్ గురుత్వ మాపకము' ప్రపంచ వ్యాప్తముగా ఉపయోగింప బడుతోంది. ఇది అతి సున్నితమైనదే గాక అతి తేలికయిన పరికరము (పటము 2).



(పటము 2) వార్డన్ గురుత్వ మాపకము యొక్క అంతర్భాగములు.

1. కీలు, 2. మాచిక, 3. భార ఆధారము, 4. స్ప్రింగు, 5. సవరణ స్కూలు, 6. సూక్ష్మ దర్శిని.

దీనితో అతి స్వల్ప వ్యవధిలో మాపనము చేయవచ్చును. ఈ కారణములచేత వార్డన్ గురుత్వ మాపకము -లము లోలకమును, విమోచన తులను-గురుత్వ సర్వేక్షణలలో కొంతవరకు తొలగించినది. వార్డన్ మాపకము వ్రాతబల్లకు పైనా క్రిందాగల గురుత్వాకర్షణ బలములోని అతి స్వల్పమయిన వ్యత్యాసాన్ని కూడ మాపనము చేయును.

### సర్వేక్షణ పద్ధతి :

గురుత్వ క్షేత్రబలానికి సంబంధించిన సర్వేక్షణ జరుపవలసిన ప్రదేశములో సాధారణముగా, 'చతురస్ర జాల తంత్రము' ను ఏర్పరచాలి. దీనిలో చతురస్రపు కొలత ఆయా ప్రాంతములలో దొరకు భౌమ శీలా విన్యాసముల లేక ఖనిజ నిక్షేపముల విస్తీర్ణముపై ఆధారపడి ఉండును. తైలవాయువుల అన్వేషణలో ఈ పొడవు ఒకటి రెండు కిలోమీటర్లు ఉండాలి. ఎందుచేతనంటే తైల వాయువుల నిర్మి తాల పరిమితి అతి విస్తారము. ఖనిజ నిక్షేపాల అన్వేషణలో 10 నుండి 50 మీటర్ల పొడవుతో చతురస్రముల నేర్పరచాలి. గురుత్వమాపకమును జాల తంత్ర మందలి చతురస్ర మూల లిందుంచి మాపనము చేయవలెను. మాపనము చేయు స్థలము లలోని భౌగోళిక స్థానము, సముద్ర మట్టము నుండి ఎత్తు మున్నగు వివరములను నమోదు చేయవలెను. అన్ని స్థలములలో కొలచిన గురుత్వాకర్షణ విలువలను ఒక నిర్దిష్టమయిన ప్రమాణానికి మదింపు చేయవలెను. ఇందుకు వీలుగా సముద్ర మట్టము నిర్దేశ తలముగా ఎన్నుకొన బడెను. అట్టి ఆధార తలానికి అన్ని స్థలములలోనూ మాపనము చేయబడిన దత్తాంశమును లఘుకరించుటకు కొన్ని సవరణలు అత్యవసరము.

### సవరణలు :

గురుత్వ మాపకములలో ఉపయోగింపబడి స్ప్రింగు యొక్క స్థితిస్థాపకతతో మార్పువల్ల అవి

సూచించే విలువలు కాలముతో మారుతూండవచ్చు. అందువల్ల కొన్ని నిర్దేశ స్థలములలో ప్రతి ఒకటి రెండు గంటల వ్యవధిలో గురుత్వ మాపకమును మాపనము చేయవలెను. అటు పిమ్మట కాలమునకు మాపన విలువకూ నిర్మించబడిన రేఖా పటము, స్ప్రింగు యొక్క అవసరాన్ని సూచిస్తుంది. ఈ రేఖా పటాన్ని పయోగించి స్థితి స్థాపకతకు సవరణను నిర్ణయించ వచ్చును.

గురుత్వాకర్షణకు అనువర్తింప వలసిన ఇతర సవరణలు:

1. అక్షాంశ సవరణ.
2. ఉన్నతాంశ సవరణ
3. బోగర్ సవరణ
4. స్థలాకృతి సవరణ

1. అక్షాంశ సవరణ :- గురుత్వ త్వరణం భూమధ్యరేఖ నుండి ధృవాల వైపు 978.049 నుండి 988.221 గాలులకు పెరుగును. అనగా భూమ్యాకర్షణ శక్తి ఒక అక్షాంశము నుండి వేరొక అక్షాంశమునకు మార్పు చెందును. అందుచేత మాపనము చేయబడిన గురుత్వాకర్షణకు అక్షాంశ సవరణ అవశ్యకమైనది. భూమి భ్రమణాక్షముతో సౌష్ఠవ యతమై యున్నందున శతాంశ సవరణ మనవసరము.

2. ఉన్నతాంశ సవరణ :- భూమి నుండి పైకి పోయిన కొలదీ భూమికేంద్రము నుండి దూరము అధిక మగును. కాబట్టి భూమ్యాకర్షణ బలము తగ్గును. గురుత్వాకర్షణ బలము భూమి కేంద్రమునుండి గల దూరపు వర్గమునకు విలోమానుపాతములో ఉండును. భూమి వ్యాసార్థము సుమారు 6367 కిలోమీటర్లు. కనుక ఉన్నతాంశ సవరణ ఒక మీటరు ఎత్తుకు 0.3086 మిల్లిగాలులగును. గురుత్వ మాపక స్థలము నిర్దేశతలానికి పైన ఉంటే ఈ సవరణను కలపాలి. నిర్దేశ తలానికి క్రింద ఉంటే తీసివేయాలి.

3. బోగర్ సవరణ :- ఇది నిర్దేశతలానికి గురుత్వమాపక స్థలానికి, మధ్యగల పదార్థముల ప్రాబల్యానికి సంబంధించిన సవరణ. 'బోగర్' అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ సవరణను కనుగొన్నందున 'బోగర్ సవరణ' అని వ్యవహరింపబడుతోంది. పైన చెప్పిన పదార్థముల నొక పలక ఆకారములో ఊహించి, ఆ పదార్థ సాంద్రత 'ρ' అనుకున్నప్పుడు బోగర్ సవరణ ఒక మీటరు ఎత్తుకు 0.04191 ρ అగును. గురుత్వ మాపక స్థలము నిర్దేశతలానికి పైన ఉండే ఈ సవరణను తీసి వేయాలి. క్రింద ఉండే కలపాలి.

4. స్థలాకృతికి సవరణ :- గురుత్వ మాపక స్థలం పరిసరాలలో ఎగుడు దిగుళ్లుండే ఈ సవరణ అవసరం. కొండలు, వాగులు మొదలైన వాటి ఆకర్షణ, వాటి సాంద్రతకు అనులోమానుపాతములో ఉండును. కాబట్టి ఈ సవరణ అన్ని పరిస్థితులలోనూ కలపాలి. ఈ సవరణను నిర్ణయించటానికి గురుత్వమాపక స్థలం చుట్టూ గల ప్రదేశములో ఏక కేంద్ర వలయాలు, అదే కేంద్రముగూడా త్రైజ్యరేఖలు నిర్మించాలి. వీటివల్ల ఏర్పడిన, ఖండములలోని మాధ్యమికపు దెత్తులను కొలవాలి. అనువైన గణిత సూత్రాలలో వీటి నుపయోగించినప్పుడు స్థలాకృతికి సవరణను అంచనా వేయటం సాధ్యమవుతుంది. మాపన గురుత్వాకర్షణ బలానికి అక్షాంశ, ఉన్నతాంశ, బోగర్, స్థలాకృతి సవరణల ననువర్తింపజేసి నప్పుడు 'బోగర్ అసంగతి' మిగులును. దీనిలోని మార్పులను నిర్దేశ తలానికి క్రింద గల సాంద్రతా విభేదాలకు ఆపాదించవచ్చును.

### వివరణ

బోగర్ అసంగతి వివరణలో సాధారణంగా ద్రవ్యరాశి విస్తరణరీతిని కొన్ని సరళ జ్యామితీయపు ఆకారాలలో ఊహించుకొనవలెను. వాటి

మితి, ఎత్తు, తీరు, మొదలయిన పరామితులను వీలయిన పద్ధతిలో మార్పులు చేస్తూ అట్టి ఆకారములకు గుణింపబడిన అసంగతిని బోగర్ అసంగతితో పోల్చి, ఈ రెండు అసంగతులు ఒకటయినప్పుడు అప్పటి పరామితులు భూ పటలము నందు గల భౌమ శిలా విన్యాసములకు సంబంధించినవిగా నిర్ణయింప నగును. సహజంగా గురుత్వ సర్వేక్షణలు అతి శీఘ్రంగానూ, స్వల్ప వ్యయముతోనూ జరుపబడతాయి. కాబట్టి ఈ రకమయిన పరిశోధనలు ముఖ్యముగా పూర్వ పరీక్షణకు హెచ్చుగా ఉపయోగింపబడుతున్నవి. ఇట్టి పరిశోధన ఫలితాలను బట్టి అధిక వ్యయముతో కూడుకొన్న భూకంపన, విద్యుదాధార, విద్యుదయస్కాంత సర్వేక్షణలకు ప్రణాళికలు తయారు చేయుటకు వీలగును.

### అన్వేషణ ఫలితాలు

గురుత్వాకర్షణ పద్ధతి ముడియనుము, సర్వేమైడ్, క్రిమైడ్, రాగి, నికెల్, ఎపైడైట్, కొరండమ్, గంధకము, లవణము, బొగ్గు మొదలయిన ఖనిజ నిక్షేపాలను కనుగొనడానికి అనువైనది. ఖనిజ త్రైము, సహజ వాయువులు ఏర్పడే అవకాశములు హెచ్చుగ గల లవణ కలశములను, అపనతులను కనుగొనుటలో ఈ పద్ధతి విశిష్టమైనది. గడచిన ఆర్థ శతాబ్దిలో మన దేశము భూభౌతిక అన్వేషణలో ప్రళంసా పాత్రమయిన ప్రగతిని సాధించెను. నేడు భూభౌతిక సర్వేక్షణలను భారత భౌమ సర్వేక్షణ, ఖనిజతైల వాయు కమిషను, జాతీయ భూభౌతిక అనుసంధాన సంస్థలు నిర్వహించుచున్నవి. తైల, సహజ వాయువుల అన్వేషణలో చెప్పుకొన దగినవి గుజరాత్‌లో అంకలేశ్వర్, కేంబే, కలోల్, నవగాం; అస్సాంలో రుద్రసాగర్, లక్ష్మ మొదలయిన ప్రాంతాలు. నేటి ప్రపంచ తైల సంక్షోభంలో భారత దేశానికి 'బోంబే ప్రై' ఒక ఆకాశరణము. ఖనిజ నిక్షేపాల అన్వేషణలో



భారత దేశము సాధించిన మంచి ఫలితాలకు ఖేత్రి, సింగ్, అగ్నిగుండాలలోని రాగి నిర్వహణ ఉదాహరణ.

క్రోమైట్, కెనడాలో ముడియనుము, రష్యా, పశ్చిమ జర్మనీ, రుమేనియా, మెక్సికోలో లవణ కలశములు కనుగొనబడినవి.

గురుత్వాకర్షణ పద్ధతుల నుపయోగించి క్యూబాలో

డా॥ బి. సుందరరామరావు .

## 212. విద్యుదాధార పద్ధతులు

భూ భౌతికాన్వేషణలలో విద్యుదాధార పద్ధతులు అతిముఖ్యమైనవి. విద్యుత్పద్ధతులలో 1. స్వయం శక్తిపద్ధతి. 2. విద్యుద్వాహక పద్ధతి 3. ప్రేరిత ధ్రువణ పద్ధతి. 4 వెల్ లాగింగ్ పద్ధతి ముఖ్యమైనవి.

ఒక్క స్వయం శక్తి పద్ధతి మినహా మిగతా విద్యుత్పద్ధతులన్నియు భూ భౌతిక విద్యున్ని రోధక (లేక విద్యుద్వాహక) శక్తులలోని తారతమ్యముపై ఆధారపడి యున్నవి.

1. స్వయం శక్తి పద్ధతి భూమి యందలి పర్యాప్త జలమువలన లోహ ఖనిజములలో జరుగు ఆక్సీకరణముపై ఆధారపడియుండును. అటువంటి ఖనిజ నిక్షేపము పాక్షిక ఆక్సీకరణమునకు గురియగుటవలన (పటము 1) చుట్టూ ఉన్న

జలనిలయములో చిన్న విద్యుద్బట పరిస్థితి ఏర్పడును. దీనివలన స్వచ్ఛంద ఆయత్న కృత శక్తి శక్తివలన విద్యుత్తు భూమిలో నుండి పైకి, పై నుండి క్రిందికి ప్రవహించుచుండును. జాగృతమైన ప్రాంతీయ సమవిద్యుత్ శక్తి శక్తి పటములను తయారు చేయుట ద్వారా, నిధులను గుర్తించవచ్చును. నిధ్రువణ విద్యుదగ్రముల నుపయోగించి 'విద్యున్మాపకము' ద్వారాగాని, శక్తిమాపకము ద్వారాగాని ఈ శక్తిని కొలిచెదరు. విద్యుత్ శక్తి శక్తి అసామాన్య స్థితిలో కన్పట్టిన, నిధి సూచనలు తెలియనగును.

లోహ ఖనిజములు-ముఖ్యముగా ఇనుము, రాగి అల్యూమినియం వంటివి- మంచి విద్యుద్వాహకములు. అట్లే అభ్రకము, ఇసుకరాయి వంటివి విద్యున్నిరోధకములు. భూ భౌతిక లోహలోహ మిశ్రితములు గనుక వాటి విద్యుద్వాహక శక్తి మారుచుండును.

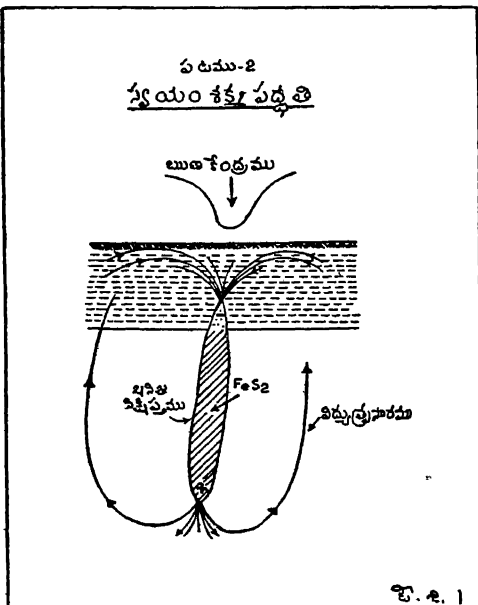
ఒక సజాతీయ ఘనాకార శైలిక నుండి క్రమమైన విద్యుత్ను ప్రసరింప చేసినపుడు దాని విద్యున్ని రోధమునకూ ఆకారమునకు గల సంబంధమే 'విశిష్ట నిరోధక శక్తి' అనబడును.

$$\text{విశిష్ట నిరోధక శక్తి 'ρ' = } \frac{R \times A}{L}$$

ఇందులో R = విద్యున్నిరోధము

A = ఘనాకార శైలిక ఉపరితల వైశాల్యము

L = ఘనము ఎత్తు.



(పటము 1) స్వయం శక్తి పద్ధతి.

## 213. విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులతో భూ భౌతిక అన్వేషణ

భూ భౌతిక అన్వేషణ పద్ధతులలో విద్యుదాధార పద్ధతులు అతి ముఖ్యమైన కోవకు చెందినవి. ఈ పద్ధతులలో చాలా వైవిధ్యం కలిగిన పెక్కు రూపాంతరాలుండుట వలన వాటిని (i) విద్యుదాధార పద్ధతులు (ii) విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు, అని రెండుగా విభజించి చెప్పటం వ్యావహారికమైంది. భూమిలో విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాల ప్రసారాన్ని పరిశీలించడమే ఈ రెండు పద్ధతులలో కూడా గల ముఖ్యోద్దేశము. కాని కేవలం విద్యుదాధార పద్ధతులనబడి వాటిలో ఈ విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాలలోని విద్యుదంశాన్ని మాత్రమే సామాన్యంగా కొలవటము, క్షేత్ర ప్రసారానికి స్థిర విద్యుదంశ వాహక సూత్రాలను మాత్రమే అనువర్తింప చేయడం జరుగుతుంది. వీటిలో ఒక వేళ అయస్కాంత క్షేత్రమాపనం జరిగినప్పటికీ, దానిని స్థిర విద్యుత్ క్షేత్రాల ఉప ఫలంగా మాత్రమే భావిస్తాము. అయితే, విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులలో, ముఖ్యమైన మూడుపాళ్ల సందర్భాలలో, విచలిత క్షేత్రాలను ఉపయోగిస్తారు. కాబట్టి విద్యుదంశానికి, అయస్కాంత అంశానికి గల పరస్పర ప్రభావిక చర్య మారుతూ, క్షేత్ర సర్వేశం చేసేటప్పుడు ఈ చర్యను లెక్కలోకి తీసుకోవడం తప్పనిసరి అవుతుంది. కనుక ఈ పద్ధతులకూ స్థిరక్షేత్ర పద్ధతులకూమధ్య - సిద్ధాంతికంగాను, ప్రాయోగికంగాను-చాలా తేడా ఉంటుంది.

విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులను మనము కేవలము విచలిత క్షేత్రాలను వాడేవిగా నిర్దేశించి నప్పటికీ, వాటిని చాలా రకాల వర్గాలుగా విభజించ వలసి వస్తుంది. ఇటువంటి వర్గీకరణ చేయటానికి మనకు-ముఖ్యంగా క్షేత్ర ప్రకృతిని బట్టి, కొలిచే పరామితిని బట్టి, మాన పద్ధతి అనువర్తనాన్ని బట్టి-వీలున్నది. ఇక ప్రతి వర్గంలోను, మరెన్నో రకాలు కూడా ఉండవచ్చు. ఇవి ఎలా సంభవమో చూద్దాము.

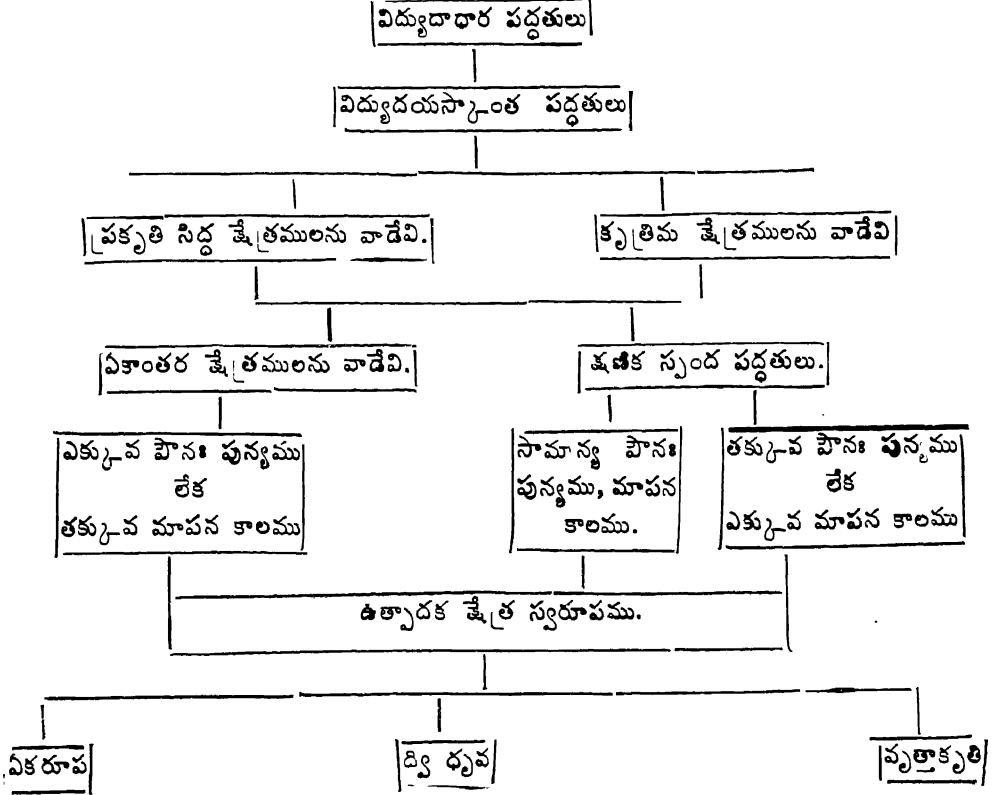
విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులలో వాడే క్షేత్రాలు:

(i) ఏకాంతర హరాత్మక క్షేత్రాలు గానీ,  
(ii) స్పంద క్షేత్రాలు గానీ, అయిఉంటాయి. ఏకాంతర క్షేత్రాలు కాలంతో మారినా కూడా, వాటిని నిర్విరామంగా ఉత్పాదన, మాపన చేయ వచ్చును. స్పంద క్షేత్రాలు చాలా తక్కువ కాల వ్యవధిలో ఉత్పాదితాలై కొంత పరిమాణానికి పెరిగి, తరువాత క్షీణించి పోతాయి. కనుక వాటికి క్షణిక ప్రవాహ క్షేత్రాలని కూడా పేరున్నది. ఏకాంతర క్షేత్రాలను వాడినట్లయితే క్షేత్ర పౌనఃపున్యమును, స్పంద క్షేత్ర పద్ధతులలో ప్రవాహాంతరాన మాపన కాలమును ముఖ్య పరామితులుగా పరిగణిస్తారు. ఇటువంటి విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాలు ప్రకృతి సిద్ధమైనవి. కృత్రిమమైనవి కూడా ఉన్నాయి. విద్యుదయస్కాంత సర్వేక్షణలు ఈ కారణంగా అనేక రూపాలలో వాడబడు తున్నాయి.

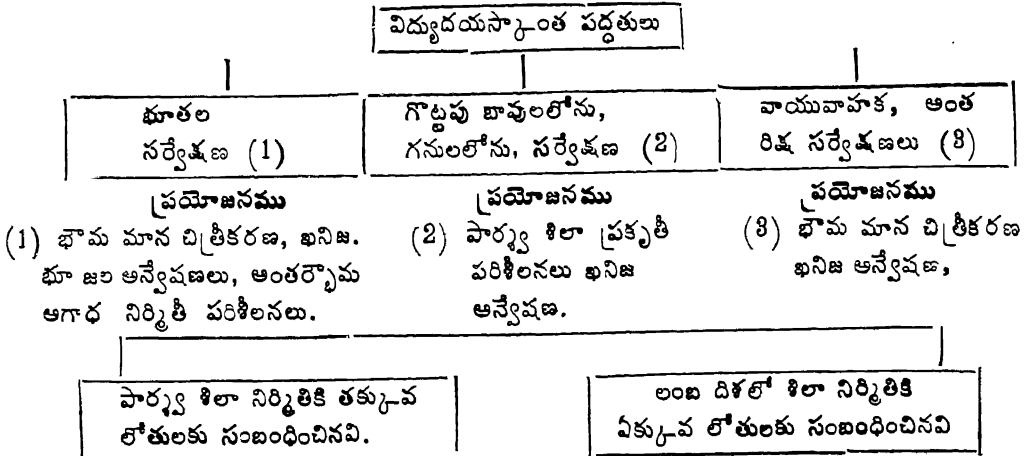
ఇక విద్యుదయస్కాంత పద్ధతుల మూల సూత్రాలను పరిశీలిద్దాము. వీటన్నిటిలోను విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాల పరస్పర ప్రాభావిక చర్య ముఖ్య పాత్రను వహిస్తుందని వైన వేర్కొన్నాను. ఏదైనా ఉత్పాదకాన్ని వాడి, కావలసిన యాన కంలో (అంటే భూమిలో) విచలిత విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని సృష్టించడం అంత కష్టతరం కాదు, విద్యుత్ క్షేత్రాలతో పాటు అయస్కాంత క్షేత్రాలు కూడా ఎల్లిప్పుడు అనుసరించి ఉంటాయి. కనుక అటు వంటి ప్రాథమిక అయస్కాంత క్షేత్రాలను యాన కంలో గాని, యానకం వైన గాని కావలసిన చోట కొలువవచ్చును. అదేకాక ప్రాథమిక (విచలిత) అయస్కాంత క్షేత్రంలో మరేదైనా విద్యుద్వాహకమైన వస్తువున్నట్లయితే, దానిలో గౌణ విద్యుత్ క్షేత్రాలు ప్రేరేపింపబడతాయి. గౌణ విద్యుత్ ప్రసారము జరిగేటప్పుడు, గౌణ అయస్థాంత క్షేత్రాలు కూడా అలాగే ఉత్పన్న మౌతాయి.

కనుక, భూతలంపై ఎక్కడయినా కృత్రిమంగా  
జనింప చేసిన ప్రాథమిక విద్యుదయస్కాంత  
క్షేత్రాల పరామితిని మరెక్కడైనా కొలిచినప్పుడు

ఆక్షేత్రంలో ఏవైనా గొణు క్షేత్ర అంశాలున్నట్లయితే,  
అవి అసంగత విద్యుద్వాహక పదార్థాల ఉనికిని,  
ఇతర పరామితులను సూచిస్తాయి. కాబట్టి, విద్యు



వీటినే, నిర్దేశమును బట్టి ప్రయోజనమును బట్టి కూడా విభజించ వచ్చును.



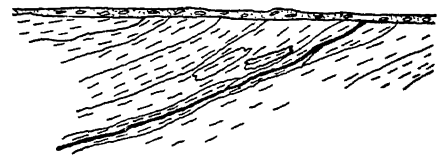
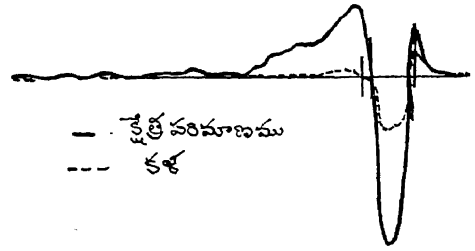
ద్యాహకత, ఆయస్కాంత శీలత, ప్రవేశ్య శీలత లలో మార్పులు గల వివిధ శీలలను, భూ విన్యాసాలను, గుర్తించి తెలుసుకొనడానికి విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులను వాడవచ్చును. ఈ విధంగా విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులను వెనుకబెట్టటం (925)లోని చార్టులో చూపిన పద్ధతిలో విభజించవచ్చు.

ఇటువంటి వర్గీకరణ ననుసరించి ప్రస్తుత కాలంలో ఆసంఖ్యాకములైన రకములా, భిన్నముల అయిన పద్ధతులు ఉపయోగంలో ఉన్నాయి. ఇంకా వాడుకలోకి వస్తూఉన్నాయి. మచ్చుకు కొన్ని ముఖ్య ప్రాతినిధ్య రకములను మాత్రం ఇక్కడ పరిశీలిద్దాము.

**అ. భూతల ద్విధృవ ఏ కాంతరక్షేత్ర ప్రొఫైలింగ్ పద్ధతి :**

భూమి ఉపరితలానికి అనతి లోతులలో గల పార్శ్వ నిర్మితిలోని తేడాలను తెలుసుకోడానికి ఈ పద్ధతిని వాడతారు. దీనిలో ప్రాథమిక ఆయస్కాంత క్షేత్రాన్ని భూమిలో కృత్రిమంగా ప్రేరేపించడానికై భూతలంపై ఉంచిన ఒక తీగ చుట్టలోకి ఏకాంతర విద్యుత్తును దాదాపు 100 నుండి 10,000 హెర్ట్స్ పౌనఃపున్యంతో ప్రవహింపజేస్తారు. తత్ఫలితంగా జనించే విద్యుదయస్కాంత క్షేత్ర ఆయస్కాంత అంశాన్ని భూతలం వైన కొద్ది దూరం (దరిదాపు 100 మీ. వరకు) లో గల మరొక తీగ చుట్టలో ప్రేరేపించబడే విద్యుచ్ఛాలక శక్తిని కొలవడం ద్వారా తెలుసుకుంటారు. (చూడు: పటము2)

గొణ విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాల పరిమాణముల, సాపేక్షమైన కళం (Relative Phases) ను కూడా కొలవదగిన ప్రత్యేక పరికరాలు ఉపయోగిస్తారు తీగ చుట్టల మధ్య ఒకే దూరం సాపేక్ష స్థితిని ఉంచుతూ రెండినీ భూమిపై ఒక చోటినుండి



నిసిజు నిక్షేపము

(పటము 1) భూతల ద్విధృవ ఏకాంతర క్షేత్ర ప్రొఫైలింగ్ పద్ధతి.

మరొక చోటికి కదుపుతూ గొణ క్షేత్ర పరామితులను కొలుస్తూ ప్రొఫైలింగ్ అనబడే పార్శ్వ పరిశీలన చేస్తారు. సర్వేక్షణా ఫలితాలను, పటము 1 లో చూపిన రీతిగా, చిత్రీకరించి, అసంగత యానకాల ఉనికిని గుర్తింపవచ్చును. భూతల విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులలో ఇది చాలా ముఖ్యమైనది.

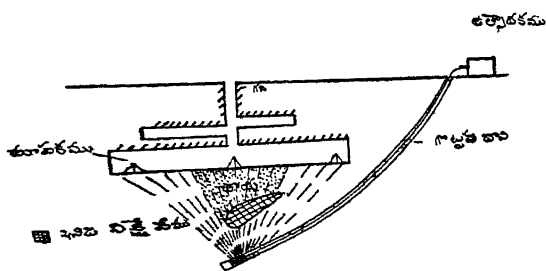
ఐతే ఇటువంటి నూత్న పద్ధతులే కాక కొన్ని రూపాంతరములు, అధునాతన పద్ధతులు వాడటం మూలంగా లోహ ఖనిజ అన్వేషణకే కాక, భౌమ మానచిత్రణకు, భూజల అన్వేషణకు, కూడా అతి సౌకర్యవంతములైన పరికరాలు ఉపయోగపడుతున్నాయి. (ఉదాహరణకు ఉస్మానియా వి. వి. భూ భౌతిక శాస్త్ర విభాగములో తయారు చేసిన D I P F అనబడే సాధనము.)

**ఆ. అధిక పౌనఃపున్య విద్యుదయస్కాంత రేఖా చిత్రణము :-**

భూమిలో త్రవ్విన గొట్టపు బావులలో తులలో పరిసరాలను అన్వేషించాలన్నా, గదుల కుహరముల చుట్టుప్రక్కల ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపాల రూపాలను తెలుసుకోదలచినా ఈ విద్యుదయస్కాంత పద్ధతిని

వాడవచ్చు. దీనిలో, ఉత్పాదక మాపన పరికరాలలో ఏదో ఒకదానిని, భూమిలో (గనిలో గాని, గొట్టపు బావిలో గాని) ఉంచి, రెండవ పరికరాన్ని అన్వేషణ స్థలంలో (భూతలం మీదగాని, లేక భూతలం క్రింద గల బావిలోనో, గనిలోనో) కదుపుతూ, విద్యుదయస్కాంత క్షేత్ర పరిమాణాన్ని కొలుస్తారు. ఉత్పాదక మాపన పరికరాల మధ్యగల యానక విద్యుద్వాహక శక్తికి అనుకూలంగా, క్షేత్రబలము క్షీణిస్తుంది. కాబట్టి, యానక ధర్మాలను అంచనా చేయవచ్చును.

అయితే పైన చెప్పిన భూతల సర్వేక్షణ పద్ధతి (అ) కు, దీనికి గల తేడా విద్యుదయస్కాంత తరంగ దైర్ఘ్యమునకు, ఉద్పాదక మాపకాల మధ్య దూరానికి, సంబంధించినది. ఈ పద్ధతిలో అతి ఎక్కువ పొడవునకు, దాదాపు 10 మెగాహెర్ట్స్ దాకా కల క్షేత్రాలను, తక్కువ దూరాన్ని ఉపయోగిస్తారు. భూతల ద్వితీయ పద్ధతిలో తక్కువ పొడవునకు, ఎక్కువ దూరాలు వాడటం కద్దు. రేఖా చిత్రణ పద్ధతిలో సామాన్యంగా 50. మీ. పైన దూరాలు ఉపయోగించరు (2వ పటము). దీని



(పటము 2) అధిక పొడవునకు విద్యుదయస్కాంత రేఖా చిత్రణము

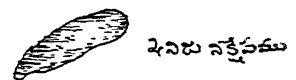
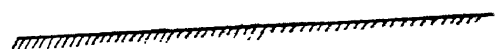
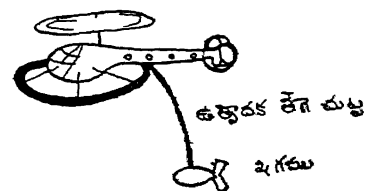
ఫలితాలనువాడి, విద్యుద్వాహక పదార్థాల రూపాన్ని వాటి ఛాయా చిత్రణ ద్వారా కనుక్కొనవచ్చును.

ఇ. వాయువాహక స్పందనక్షేత్ర పద్ధతులు:

విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులను ఆకాశంలో ప్రయాణం చేసే వాహకాల నుండి కూడా ప్రయో

గించి, భూ భౌతిక సర్వేక్షణ చేయవచ్చును. ఈ మధ్యకాలంలో ఇట్టి పద్ధతులలో స్పందన విద్యుదయస్కాంత ప్రాథమిక క్షేత్రాలను వాడటం జరుగుతున్నది. స్పందన క్షేత్రాలవలన చేత, ఇవి ఏకాంతర క్షేత్రాలవలె నిర్విరామంగా ఉండక, కొద్ది కాలం మాత్రమే నిలిచి ఉంటాయి. తరువాత మరికొద్ది సేపు ఎటువంటి ప్రాథమిక క్షేత్రము ఉండదు. అయితే, ప్రేరిత గోణ క్షేత్రాలు, ప్రాథమిక క్షేత్రాలు లేనప్పుడు కూడ, క్రమంగా తగ్గుతూ పోతూ వాహక యానకాల ఉనికిని సూచిస్తాయి.

ఈ పద్ధతిలో సామాన్యంగా విమానాలను, హెలికాప్టర్లను వాడి, భూమికి దాదాపు 150.మీ. ఎత్తులో సర్వేక్షణలు జరుపుతారు. వాయు వాహకానికి చుట్టూ ఒక పెద్ద టీగె చుట్టను (భూమికి సమాంతర దిశలో) అమర్చి, ద్వితీయ అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణకై దానిలోనికి కొన్ని మిల్లి సెకనుల కాల వ్యవధిగల విద్యుత్ స్పందనలను పంపుతారు (3 వ పటము).



(పటము 3) వాయువాహక స్పందన క్షేత్ర పద్ధతి.

వాహకానికి కొద్ది దూరంలో క్రిందకు ఒక టీగెము అనే సాధనాన్ని ప్రేరణదీసి, దానిలో మాపన పరికరాలుంచుతారు. గోణ విద్యుదయస్కాంత క్షేత్ర పరిమితిని ఉత్పాదకంలో

స్పందన ముగిసిన తరువాత కొలవటం ప్రారంభిస్తారు. భూమిలో విద్యుద్వాహక పదార్థాలున్నప్పుడు గొణి క్షేత్ర పరామితి వాటి కనుగుణంగా మారి, ఆకాశయానం ద్వారా భౌమ మానపట నిర్మాణము, రోహ ఖనిజాన్వేషణ, భూజల అన్వేషణ చేయటానికి వీలు చిక్కుతోంది.

పైన చెప్పిన పద్ధతుల రూపాంతరాలే కాక, విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలో అన్ని భాగాలను భూ భౌతిక సర్వేక్షణకై వాడేందుకు వీలున్నది. అటువంటి పద్ధతులు కూడా చాలా అభివృద్ధి అయినాయి.

శ్రీ నబ్బుపేన్ మురళి.

## 214. భూ కంపన అన్వేషణ

భూమిలో స్థితి స్థాపక తరంగాల విస్తరణా స్వభావికతల ఆధారంతో చేస్తున్న భౌమచేద వివరణను భూ కంపన అన్వేషణ అంటారు. ఇటువంటి అధ్యయనానికి కృత్రిమ స్థితి స్థాపక జనకాలు అనువైనవి. కృత్రిమ జనకాల చోట్లు వాటిలో తరంగ ఉత్తేజా సమయాలు మన కట్టుబాటులో ఉంటాయి. కృత్రిమ జనకాలలో ముఖ్యమైనవి ప్రేల్పులు, భూ కంపన అన్వేషణలు ప్రేల్పుల సహాయంతో చేస్తారు. చమురు అన్వేషణలో అగ్రస్థానము కంది భూ కంపన అన్వేషణ.

ప్రేల్పులు భూమిలో స్థితి స్థాపక విరూపణలు కలుగ జేస్తాయి. స్థితి స్థాపక విరూపణలు స్థితి స్థాపక వస్తువులైన శిలలో కాం క్రమేణా అన్ని దిశలలో విస్తరణ పొందుతాయి. స్థితి స్థాపక విరూపణల విస్తరణనే స్థితి స్థాపక లేక భూ కంపన తరంగా అంటారు. స్థితి స్థాపక విరూపణ మన పరి

మాణ, వికృతీయ విరూపణల సమ్మేళనమని ఋజువు చేయవచ్చు. ఈ రెండు విధముల విరూపణల ననుసరించి సంపీడన వికృతీయ తరంగాలు శిలలలో విస్తరిస్తాయి. వీటిని శారీరక లేక వస్తు ప్రమాణిక తరంగాని అంటారు. శక్తివంతమైన వికృతీయ తరంగాల ఉత్పాదనం కష్టతరము కాబట్టి భూ కంపన అన్వేషణలో సంపీడన తరంగాలు మాత్రం వాడబడుతున్నాయి.

సంపీడన తరంగాలు అన్వేషణలో ముఖ్యమైనవి కాబట్టి వీటి ప్రసార వేగములు వివిధ శిలలలో ప్రయోగాత్మకంగా కనుగొన బడ్డాయి. భూ కంపన అన్వేషణ ఆనువర్తనంలో గాని, అన్వేషణా ఫలితాల విశ్లేషణలో గాని, శిలలలో సంపీడన తరంగాల వేగముల విలువల పూర్వజ్ఞానం అత్యవసరం. కొన్ని పదార్థాలలో మరియు శిలలలో సంపీడన తరంగ వేగాలను క్రింది పట్టిక తెలియజేస్తుంది.

పదార్థం	వేగం	కి. మీ/సె
నీరు	1.48	— 1. 49
ఇసుక రాయి.	1.5	— 4. 0
షేలు	2.0	— 3. 5
సున్న పురాయి, దోలమైటు	2.8	— 8. 5
గ్రానైటు	4.0	— 6. 0
బసాల్టు	5.0	— 8. 5

వివిధ రకాలైన శిలలు-వాటి పూర్వ చరిత్రను అనుసరించి- వేరు వేరు స్థితిస్థాపక ధర్మాలు కలిగి ఉంటాయి. ఈ కారణంగా స్థితిస్థాపక తరంగ వేగాలు వివిధ రకాల శిలా విన్యాసాలలో భిన్నంగా ఉంటాయి. అంతేకాక వివిధ శిలలు వాటి వాటి సాంద్రతలలో కూడ భిన్నంగా ఉంటాయి. శిలలలో తరంగాల ప్రసార వేగం, శిలల సాంద్రతల యొక్క లబ్ధిని తరంగ అవరోధం అంటారు. వివిధ శిలా విన్యాసాలు వివిధ తరంగ అవరోధ విలువలు కలిగియుండటం కారణంగా వివిధ శిలా విన్యాసాల స్పర్శరేఖలు స్థితిస్థాపక భూ కంపన సరిహద్దులు అవుతాయి.

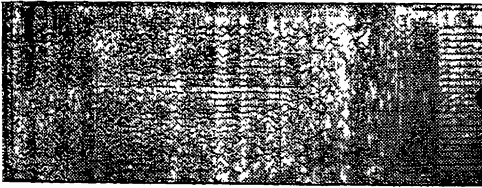
స్థితిస్థాపక సరిహద్దులలో పై తరంగాలు పతనమైనపుడు, తరంగ అవరోధ విలువలపై ఆధారపడే తరంగ శక్తి పరావర్తన, వక్రీభవన ప్రక్రియల పాలై, పరావర్తన, వక్రీభవన తరంగాలకు పంపబడుతుంది. పతన తరంగం ఈ విధంగా దిశమార్పులు పొంది పై సరిహద్దు కిరువైపుల విస్తరణ పొందుతుంది. ఈ విధంగా భూతలం నుంచి క్రిందికి ప్రయాణంచేస్తున్న తరంగాలు మళ్ళీ భూతలాన్ని చేరుకుంటాయి. భూతలమున పరావర్తన లేక వక్రీభవన తరంగాలను పరిశోధించి, భూ అంతర్భాగముల నిర్మితిని పై విధంగా కనుక్కోవచ్చు. భూ కంపన అన్వేషణ-ఆధారపడుతున్న పరావర్తన లేక వక్రీభవన తరంగాల విస్తరణల ఆధారంగ, పరావర్తన భూ కంపన-అన్వేషణ, వక్రీభవన భూకంపన అన్వేషణ అనే రెండు ముఖ్య పద్ధతుల క్రింద వర్గీకరింప బడింది. భూ కంపన తరంగాల విస్తరణా మార్గాలను కిరణాలని అంటారు. పతన కిరణం, తక్కువ తరంగ అవరోధంగల శిలల నుండి, ఎక్కువ తరంగ అవరోధ శిలా సరిహద్దులలోకి ప్రవేశిస్తున్నప్పుడు, ఒక నిర్దిత కోణంలో వక్రీభవనం పొందిన తరంగముగా ఈ సరిహద్దు గుండా ప్రసరిస్తుంది.

ఇటువంటి నిర్దిత కోణాన్ని సందిగ్ధ కోణం అంటారు. ఈ కోణంలో స్థితిస్థాపక తరంగాలు తక్కువ నుండి ఎక్కువ తరంగ అవరోధ శిలా సరిహద్దుపై పతనమైనపుడు సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం పొందుతాయి. ఈ విధంగా సరిహద్దు గుండా విస్తరిస్తున్న వక్రీభవన తరంగం పైయానకంలో గోణ తరంగాలను ఉత్పత్తింప చేస్తుంది. ఇవి ఆయా సరిహద్దుల సందిగ్ధ కోణాలలో బయలుదేరి భూతలాన్ని చేరుకుంటాయి. వక్రీభవన పద్ధతిలో ఇటువంటి వక్రీభవన తరంగాల విస్తరణ పరిశోధింప బడుతుంది.

భూకంపనాన్వేషణలో పరిశోధించే తరంగాలు తప్ప, మిగిలిన గుర్తింపబడ్డ తరంగాలను, రౌడ తరంగాలంటారు. ప్రతి భూకంపన పద్ధతిలో కూడ ఇటువంటి రౌడ తరంగాలు మాత్రమే కాక, భూ తలాన అవిరామంగా పారిశ్రామిక, మానవ సంచార ఫలితంగా మరియు, నితర విధముల, సంభవిస్తున్న రౌడ తరంగాలను కూడ ఎదుర్కొనవలసి వస్తుంది. ఇటువంటి రౌడ తరంగాలను మైక్రోనైమ్స్ అంటారు.

పరావర్తన, వక్రీభవన తరంగాలను - భూ తలాన వ్రేల్చు బిందువు నుండి, నిర్దిత దూరములలో-శోధకముల నుపయోగించి రికార్డు చేస్తారు. ఈ శోధకాలు విద్యుదయస్కాంత పరివర్తకాలు. వీటిని జియో ఫోన్ల లేక పై స్మా మీటర్లు అని అంటారు. ఈ భూ కంపన తరంగాలు-భూ తలము వద్ద కల్గించే-భూ కణ కదలికలతో బాటు కదలి, ఈ కదలికల కనుగుణమైన విద్యుత్ ప్రవాహమును ఇవ్వకలుగుతాయి. జియోఫోన్లలో ఉత్పన్నమైన విద్యుత్ ప్రవాహపు విలువలు తక్కువగా ఉంటాయి. విద్యుత్ ప్రవృద్ధకాల నుపయోగించి పై విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని, సాధారణంగా లక్ష రెట్లు పెంపొందిస్తారు. భూ కంపన అన్వేషణ పద్ధతిలో అనవసరమైన రౌడలను తగ్గించి, పరిశోధించే తరంగాలను మాత్రం సాధ్యమైనంత స్పష్టంగా రికార్డు చేయ

టానికి విద్యుత్ ఫిల్టర్లను వాడుతారు. ప్రవృద్ధ కాలంలో పెంపొందించబడి ఫిల్టరు చేయబడిన విద్యుత్ సంకేతాలను గాల్యసీమాపకాలకు కలుపుతారు. గాల్యసీమాపకాలలో తీగ చుట్ట కదలి, ప్రత్యేక అమరికలచేత ఫోటో కాగితం పై తరంగాలు రికార్డువుతాయి. గాల్యసీమాపకాలు, ఫోటో అమరికలే కాక ప్రేల్పునమయము మరియు తరంగ ఆవతరణ కాలములు నిర్ణయించడానికి ప్రత్యేక ఏర్పాట్లు గల ఈ పరికరాన్ని భూ కంపన ( సైస్మిక్ ) ఆసిలోగ్రాఫు (ఆ) (పటము 1) అంటారు.



(పటము 1) పరావర్తన రికార్డు

ప్రేల్పు సమయము, పరావర్తన తరంగము.

భూ కంపన అన్వేషణా పరికరాలను సైస్మిక్ స్టేషన్లు లేక భూ కంపన పరికరాలంటారు. ప్రతి భూ కంపన తరంగము 12 లేక 24 బిందువులలో ప్రతి బిందువునకు ప్రత్యేక జీయోఫోను, ప్రవృద్ధకం మరియు గాల్యసీమాపకం ఈ క్రమంలో కలిపిన, సైస్మిక్ ఛానలు ఉపయోగించి రికార్డు చేయబడుతుంది. ఈ కారణంగా భూ కంపన పరికరం (స్టేషను) లో 12 లేక 24 ఛానల్స్ ఉంటాయి.

భూ కంపన తరంగాల రికార్డులను భూ కంపన రికార్డు లేక సైస్మోగ్రామ్ అంటారు. ప్రస్తుతం మాగ్నెటిక్ టేప్ మరియు డిజిటల్ రికార్డింగ్ పద్ధతులు అభివృద్ధి పొందిన దేశాలలో విస్తారంగా వాడుతున్నారు. భూ కంపన అన్వేషణా పద్ధతులలో గాని, పరికరాలలో గాని క్రిందటి రెండు దశాబ్దాల బట్టి జరుగుతున్న అభివృద్ధులు వర్ణనాశీతం.

భూ కంపన అన్వేషణ, దేశాల పురోగమనంలో పొందిన ప్రాముఖ్యతకు ఈ అవిరామ కృషులు తార్కాణం అనవచ్చు.

భూ కంపనాన్వేషణ ముఖ్య పద్ధతులైన పరావర్తన, వక్రీభవన పద్ధతుల భౌతిక మూలము పటం 1 లో చూపబడింది. పరావర్తన తరంగాలు సరిహద్దు 1 నుండి శోధకాలను చేరుకొనడమే కాక ఆ సరిహద్దు వద్ద నియమితమైన సందిగ్ధ కోణము కన్న తక్కువ కోణములలో పతనము చెందిన తరంగాలు, వక్రీభవనం చేత, క్రింది యానకంలోకి ప్రసరిస్తాయి. ఈ విధంగా ఒక యానకం నుండి ఇంకొక యానకంలోకి జొరబడే తరంగాలు ప్రసారణా తరంగాలని అనబడుతాయి. ఇవి రెండవ సరిహద్దు వద్ద మళ్ళీ పరావర్తనం పొంది భూతలాన్ని చేరుకుంటాయి. ఈ విధంగా రెండవ పరావర్తన తరంగము (పటము 1) పై భాగంలో చూసిన రికార్డులో వలె గమనింప బడుతుంది. రెండవ పరావర్తన తరంగము యొక్క విస్తరణ మార్గములు (కిరణములు) పటం 1 లో చుక్కల సహాయంతో చూప బడ్డాయి.

ప్రేల్పు బిందువు నుండి సూటిగా ప్రయాణించి శోధకములను చేరే తరంగాలున్నాయి. వీటిని సూటి తరంగాలని అంటారు. ఈ తరంగాలు రొద తరంగాలైనా, అవి విస్తరణ పొందిన మొదటి యానకంలో తరంగవేగాన్ని తెలియ చేస్తాయి. సూటి తరంగాల పీడవే పరావర్తన తరంగాలు రికార్డు అవుతాయి. పరావర్తన తరంగాలు ప్రేల్పు బిందువు సమీపంలో (సాధారణంగా 500 మీటర్లకు మించని) దూరాలలో ఈ బిందువునకు ఇరువైపులా రికార్డు చేస్తారు.

సరిహద్దులు 1 మరియు 2 వద్ద సందిగ్ధ కోణాలలో పతనమైన తరంగాలు, ప్రేల్పు బిందువు నుండి, కొంత వ్యవధి దాటిన పిమ్మట భూతలంలో వక్రీభవన తరంగాలను ప్రసారం చేస్తాయి. వక్రీభవన



తరంగాలందుచేత ప్రేల్పు బిందువు సమీపంలో సంభవించవు. ఇవి మొట్ట మొదటగా భూతలాన్ని చేదించే దూరములను సందిగ్ధ దూరాలంటారు. ఈ దూరాలు సరిహద్దుల లోతులు, యానకాల తరంగ అవరోధకాల విలువలపై ఆధారపడి ఉంటాయి.

పటము 1. లో సరిహద్దు 1 మరియు 2 ల నుండి భూ తలమునకు చేరుతున్న సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం కారణంగా ఏర్పడుతున్న వక్రీభవన తరంగాల కిరణాలు అవిచ్ఛిన్న మరియు విచ్ఛిన్న గీతలలో వరుసగా చూపబడ్డాయి. భౌమచ్ఛేదంలో ఎక్కువ తరంగ వేగం గల లోతైన సరిహద్దు నుండి వస్తున్న తరంగాలు కొంతదూరం తర్వాత ప్రథమ తరంగాలుగ రికార్డు అవచ్చు. ప్రతివక్రీభవన తరంగమును కొంత నిర్దిష్ట దూరములలో ప్రథమ ఆగమన తరంగాల క్రింద రికార్డు చేయవచ్చు. ఇటువంటి వక్రీభవన పద్ధతిని ప్రథమ ఆగమన వక్రీభవన పద్ధతంటారు. కాని ప్రస్తుతం ప్రేల్పు బిందువు పద్ధ నుండి కూడ ప్రారంభించి వక్రీభవన పద్ధతిలో పరిశోధనలు చాల దూరముల వఱకు, అనగా లోతైన వక్రీభవన సరిహద్దు యొక్క తరంగాలు కూడ రికార్డు చేయగల దూరాల వఱకు శోధింపబడుతున్నాయి. ఇటువంటి భూకంపన రికార్డులలో వక్రీభవన తరంగాలు ప్రథమ ఆగమన మండలంలోనే కాక ఆ తరువాత కూడ రికార్డు అవుతాయి. ఈ పద్ధతిని అవిచ్ఛిన్న వక్రీభవన పద్ధతి అంటారు. వక్రీభవన పద్ధతులలో ప్రేల్పులు ప్రోవైలు ఇరువైపులా, అఖరు శోధకపు బిందువులలో, చేయబడుతాయి.

ప్రేల్పు బిందువులకు కొంత దూరములలో మాత్రము వక్రీభవన తరంగాలు సంభవిస్తాయి. కాబట్టి వక్రీభవన పద్ధతిలో పరికరాలు సరళ నిర్మితి కలిగి ఉంటాయి. వక్రీభవన పద్ధతిలో రికార్డు చేయు దూరాలు ప్రేల్పు బిందువుల నుండి

కొన్ని వందల లేక వేల మీటర్లదాకా కావచ్చు. ఈ కారణంగా వక్రీభవన పద్ధతిలో ప్రేల్పు సమయాలను రికార్డుపై పొందుటకు మరియు ఇతర అవసరాలకు గాను డెలిఫోన్లు లేక వైర్ లెస్ పరికరాలు ఉపయోగించ వలసి ఉంటుంది.

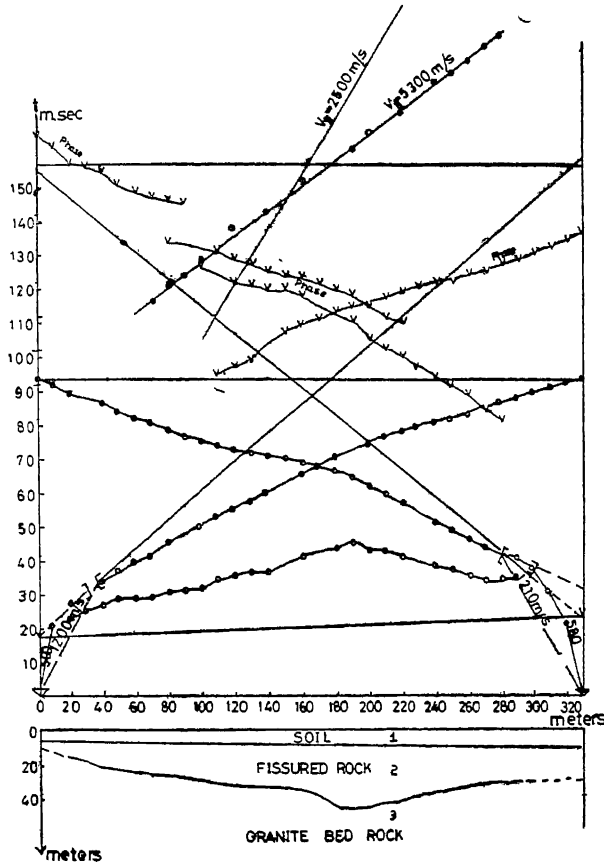
పరావర్తన, వక్రీభవన రికార్డుల ఆధారంతో తరంగాల ప్రయాణకాలాలు నిర్ణయించి తరంగ అవతరణ కాలాలకు, శోధకపు దూరాలకు మధ్య సంబంధములు తెలియజేయు రేఖా చిత్రాలు నిర్మిస్తారు. వీటిని కాల-దూర రేఖలు అంటారు. పరావర్తన తరంగాల కాల-దూర రేఖలు వక్ర రేఖలు.

వక్రీభవన తరంగాల కాల-దూర రేఖలు సరళ రేఖలు. భూకంపన అన్వేషణ ఫలితాలైన కాల-దూర రేఖల విశ్లేషణ ద్వారా, ఆయా తరంగ సరిహద్దుల లోతులు, నతులు గణింపవచ్చు. భూ కంపన తరంగాల ప్రయాణకాలాలు, వాటి విస్తరణ జ్యామితియాన్ని బట్టి, సమీకరణాలు పొందవచ్చు. ఇట్టి సమీకరణాలు తరంగాల ప్రయాణకాలములను, పరిశోధనా దూరములు, సరిహద్దుల లోతులు, నతులు మరియు తరంగాల విస్తరణ వేగములకు గల సంబంధము తెలియజేస్తాయి. తరంగాల విస్తరణ వేగాలు ప్రత్యేక పద్ధతులలో లేక కాల-దూర రేఖ ఆధారంతో గాని, కనుగొనబడి పై సమీకరణాలలో వాడబడుతాయి. ప్రయాణ కాలాలు పరిశీలనా దూరాలు కాల-దూర రేఖలు తెలియజేస్తాయి. కాబట్టి సరిహద్దుల లోతులు మరియు నతులు సులభంగా కట్టబడుతాయి. భూకంపన అన్వేషణ ఫలితాలు చాల వరకు 'అనలిటికల్' పద్ధతులలో విత్తరణ చేస్తారు. ఉదాహరణకు మైదరాబాదు గ్రానైట్ ప్రాంతంలో వక్రీభవన పద్ధతి నుపయోగించి కనుగొన్న శైథిల్య, ఆధార పౌరం (ఉస్మానియా విశ్వ విద్యాలయం,

భూ భౌతిక శాఖ వారిచే కనుగొన బడిన) నిర్మితి (క్రింది) పటము 2లో చూపబడింది.

వక్రీభవన, పరావర్తన పద్ధతుల అన్వేషణా ఫలితాలను బట్టి భౌమ ఛేదములు లేక నిర్మితియ మానపటాలు నిర్మించి, ఆయా ప్రాంతాలలో ఎదుర్కొంటున్న భౌమ సమస్యలు పరిష్కరింప బడుతాయి. పరావర్తన భూ కంపన అన్వేషణా ఫలితాలు ప్రస్తుతం గణన యంత్రాల మరియు

స్వయం ప్రవర్తక పరికరాల సహాయంతో శీఘ్ర కాలంలో విదితాలై, సవిస్తర ప్రదేశాల భౌమ నిర్మితులు సునాయాసంగ ప్రదర్శింప బడుతున్నాయి. భూ కంపన అన్వేషణా పద్ధతులు చమురు అన్వేషణలో విస్తృతి కలిగియున్నా, నేడు ఇతర ఖనిజాల అన్వేషణలోనూ, ఇంజనీరింగ్ మరియు మైనింగ్ సమస్యల పరిష్కారంలోనూ ప్రశంసనీయమైన పాత్రను కలిగి ఉన్నాయి.



(పటము 2) పైదరాఖాదు గ్రానైటు ప్రాంతంలో వక్రీభవన భూకంపన రికార్డుల ఆధారంలో కట్ట బడిన కాల- దూర రేఖలు (అ)నాటి విశ్లేషణ ఫలితంగా నిర్మించిన భౌమ ఛేదము(అ). 1-మృత్తి పొర, 2-కైథిల్య పొర, 3-ఆధార గ్రానైటు శిల.

డా॥ యం. ఎన్. విజయ రాఘవ.

## 215. భూ భౌతిక అన్వేషణలో కొన్ని గౌణ పద్ధతులు

రేడియో ధార్మిక, భూ రసాయన పద్ధతుల సూత్రాలు, పరికరాలు, ఒక ఉదాహరణ:

ప్రకృతిలో కొన్ని మూలకాలు స్వాభావికంగా అస్థిరాలై [ఆల్ఫా, బీటా, గామా వికిరణాల్ని ఉద్గారం చేస్తూ], కొలవదగ్గ నిర్దిష్ట రేటున వేరొక మూలకంగా అయిత్తు కృత విఘటనం చెందుతాయి. ఇదే రేడియో ధార్మికత. ఈ విధంగా వెలువడిన వికిరణాలు ఆ వికిరణాన్ని వెలువరించిన రేడియో ధార్మిక కేంద్రకాన్ని గుర్తించడానికి 'వేలిముద్ర' లా పనికివస్తాయి. తద్వారా, రేడియో ధార్మిక ఖనిజ నిక్షేపాలనూ (ఆనగా, యురేనియం, థోరియం, పొటాసియం నిక్షేపాలనూ) 'మార్గదర్శినులు' గా వినియోగపడే స్వల్ప పరిమాణాల్లో ఉన్న రేడియో ధార్మిక మూలకాలు గలిగిన శిలల, ఖనిజాల నిక్షేపాల ఉనికిని తెలుసుకోవడానికి సాధ్యమౌతోంది. పాస్ఫరైట్లు, వజ్రమయ కింబరైట్లు, పార్ఫిరి, రాగి నిక్షేపాలు, బాక్సైట్లు మొదలైన వాని అన్వేషణలు ముందు చెప్పిన దానిలో రెండో సూత్రాన్ననుసరించి జరుపబడుతున్నాయి.

రేడియో ధార్మిక పద్ధతిన అన్వేషణలలో ఆల్ఫా వికిరణాలు ఉపయోగపడవు (ఆత్యల్పమైన వ్యాప్తి కారణంగా - గాలిలో కొద్ది సెంటి మీటర్లు శిలలలో కొద్ది పదుల మైక్రాన్లు మాత్రమే). వికిరణ జనకానికి బాగా దగ్గర్లో శోధకాన్ని ఉంచగల సందర్భాల్లో, బీటా వికిరణాల్ని ఉపయోగించవచ్చు. కాని బాగా ప్రాచుర్యం పొందిన పద్ధతి మాత్రం గామా కిరణాల్ని ఉపయోగించడం - వీని వ్యాప్తి గాలిలో కొన్ని వందల అడుగుల వరకూ, శిలల్లో అయితే కొన్ని అడుగుల వరకూ ఉంటుంది.

రేడియో ధార్మిక అన్వేషణల్లో, గీగీర్ మల్టర్ (జి. యం), సింటిలేషన్ కౌంటర్లు తరచు ఉపయోగించబడే పరికరాలు. ఎక్కువ ఖరీదైనప్పటికీ, సింటిలేషన్ కౌంటర్, జి. యం కౌంటర్ కంటే హెచ్చు సూక్ష్మగ్రాహ్యత, దక్షత కలిగి ఉంటుంది. ఇంతేకాక, (గామా వికిరణాలను కనుక్కోడానికి ధాలియం ఉత్తేజిత సోడియం అయ్యురైడ్ స్పటికాన్ని వాడుతూఉండే) సింటిలేషన్ శోధకాల్లో స్పంద పరిమితి పతనకిరణ శక్తికి ఆనుపాతంగా ఉండడం వల్ల, రేడియో ధార్మిక ఉద్గారకాన్ని 'వేలిముద్ర' వలె గుర్తించడం జరుగుతుంది. సింటిలేషన్ గామా వర్ణపట మాపనలో ఈ సూత్రాన్ని ఉపయోగిస్తారు. వేలాది చానర్స్ గలిగిన గామా వర్ణపట మాపకము లీనాడు లభ్యమౌతున్నాయి. క్షేత్ర మాపకాలలో సులభంగా తీసుకు పోగలిగిన గామా స్పెక్ట్రామీటర్లలో సాధారణంగా Th - 232 (2. 68 ఎం. ఈ. పీ - Tl - 208), U - 238 (1. 76 ఎం. ఈ. పీ - Bi - 214), K - 40 (1. 48 ఎం. ఈ. పీ)లను గుర్తించడానికి మూడు చానర్స్ తో బాటు, మొత్తం గామా తీవ్రతని కొలవడానికి వేరొక చానల్ కూడా ఉంటుంది. ఈ పరికరం అన్వేషణలలో ముఖ్యపాత్ర వహిస్తోంది.

సింటిలేషన్ కౌంటర్ని గాని, జి. యం. కౌంటర్ని గాని స్క్రిప్ అన్ చేసినప్పుడు ఎప్పుడూ ఎంతో కొంత స్వల్పమైన రీడింగ్ చూపిస్తుంది. దీనిని 'బాక్ గ్రౌండ్' అంటారు. ఈ బాక్ గ్రౌండ్ మూడు కారణాల వల్ల ఏర్పడవచ్చు.

(i) రోదసి వికిరణాలు (రోదసి నుంచి ఎప్పుడూ భూమిని చేరుతూండే శక్తివంతమైన కిరణాలు);

(ii) కౌంటర్ పదార్థాలలో ఉన్న రేడియో ధార్మికమాలిన్యాలు;

(iii) పరిసరాలలోని రేడియో ధార్మికత.

సున్నపురాయి గల ప్రదేశాలలో కంచె గ్రానైటు ప్రాంతాలలో బ్యాక్ గ్రౌండ్ హెచ్చుగా ఉంటుంది. అణ్వశ్రు పాటవ పరీక్షల వలన వాతావరణం లోని బ్యాక్ గ్రౌండ్ బాగా ఎక్కువగుచుండుటవలన అణు విచ్ఛిత్తి శకలాలు బాగా విశేషణ చెందేవరకు గాని, దాదాపు, పూర్తిగా విఘటనం పొందే వరకు గాని రేడియో ధార్మిక సర్వేక్షణలు జరపడం వీలగుటలేదు. మొత్తం రేడియో ధార్మికత విలువనుంచి బ్యాక్ గ్రౌండ్ ని తీసివేయగా వచ్చేది సుకరరేడియో ధార్మికతా విలువ.

విస్తరించి ఉన్న రేడియో ధార్మిక జనకం పట్ల ఏ కౌంటర్ యొక్క అనుక్రియ అయినా, దాని శోధక పదార్థం, ఆ జనకం యొక్క మధ్య బిందువు వద్ద చేసే ఘనకోణంపై ఆధారపడి ఉంటుంది. అందువల్ల ఒకే కౌంటర్, ఒకే స్థలంలో, చేతిలో పట్టుకోవడాన్నిబట్టి గాని నేలమీద ఉంచడాన్ని బట్టిగాని లేదా, భూ భిత్తికలలో ఉంచడం వల్ల గాని విభిన్నమైన రీడింగులను చూపిస్తుంది. గుర్తించబడిన రేడియో ధార్మిక గరిష్ఠత వాయు వాహ సర్వేక్షణలో గుర్తించబడినది కావచ్చు; అల్ప రేడియో ధార్మికత గలిగి బాగా విస్తరించి ఉన్న గ్రానైటు శిలల వల్ల కావచ్చు; లేదా అల్ప ప్రమాణంలో ఉండి హెచ్చు ధార్మికత కలిగిన పిచ్ బ్లెండ్ వల్లనైనా సూచించబడవచ్చు. అందుచేత, రేడియో ధార్మికత పరిశీలనా దత్తాంశాల ఆర్థ వివరణ సాధించడంలో ఘనకోణపు ప్రభావాన్ని, మొత్తం ద్రవ్యరాశి ప్రభావాన్ని పరిగణించాలి.

హెచ్చు శ్రేణి ధాతువునుంచి వచ్చే వికరణాల్ని రెండడుగులు మందం గల ఖనిజరహిత భగ్న రహిత శిల యిందుమించు పూర్తిగా నిరోధిస్తుంది. కాని నిజ పరిస్థితి మాత్రం అంత నిరాశాజనకం కాదు. శిలా విన్యాసాలలోని భ్రంశాలు, సంధానాలు,

విభంగాలలోంచి కొద్దిపాటి రేడాన్ థోరాన్లు వెలికి వస్తుంటాయి. లేదా, నీటిలో కరిగిపోయే రేడియో ధార్మిక లవణాలు అంతర్జాలం ద్వారా విక్షిప్తమవుతాయి. ధాతు శకలాలు, రేడియో ధార్మిక అవశిష్ట ఖనిజాలు పై మట్టిపొరల్లో విక్షిప్తమవుతూవచ్చు. వాలునబడి పోయి కప్పబడనూ వచ్చు. సర్వేక్షణల్లో ఈ విశేషణను బాగా ఉపయోగించుకోవచ్చు.

రేడియో ధార్మిక శ్రేత్ర పరిశీలనా దత్తాంశాలను సాధారణంగా మూడు విధాలుగా చెబుతూంటారు.

- (i) నిమిషానికి కౌంట్లలో,
- (ii) బాక్ గ్రౌండ్ కు గుణిజాలలో,
- (iii) గంటకు పిల్లీ రాంట్లలో.

రేడియో ధార్మిక సర్వేక్షణ దత్తాంశాలను మాన చిత్రాలపై గుర్తించి, వివర పరీక్ష చేయాల్సిన ప్రాంతాలను నిర్ణయించడానికి రేడియో ధార్మిక సమోన్నత రేఖలను గుర్తిస్తారు. (ఏనిసి "ఐసోరాడ్" లంటారు). విమానం నుండి గాని హెలికాప్టర్ నుండి గాని, జీప్ లో ఉంచిన కౌంట్ల నుంచి గాని, లేదా చేతితో పట్టుకొనే కౌంటరు నుపయోగించి గాని, భూ భిత్తికలలో శలాకను వదలి గాని రేడియో ధార్మిక సర్వేక్షణలను నిర్వహింపవచ్చు.

శ్రేత్ర మాపనములలో పోర్టబుల్ సింటిలేషన్ స్కెప్టామీటరు నుపయోగించి నిర్ధారించిన థోరియం/యురేనియం, యురేనియం/పొటాసియం నిష్పత్తుల విలువలు, యురేనియం, థోరియం, పొటాసియం ఖనిజాన్వేషణలలోను, పోర్ ఫిరి-రాగి నిక్షేపాలను, వజ్రమయ కింబరైటులు మొదలగు వానిని గుర్తించడంలోను సహాయపడతాయి. ఫాస్ఫరైట్ల అన్వేషణలకూ, ఖండతీరపు అంచువెంబడి మోనజైట్ ఖనిజం గల యిసుకను గుర్తించడానికి సముద్రపుటడుగున తీసుకుపోగలిగిన సింటిలేషన్ గామా వర్ణపట మాపకాలు ఉపయోగించబడుతున్నాయి.

శిలలు, మృత్తికలు, జలాలూ, ప్రవాహ అవక్షేపాలు, మొక్కలు, చెట్లు మొదలైన వానిలో ఆసాధారణంగా పెచ్చు పరిమాణంలో ఏ మూలక మైనా ఉంటే, అవి ఆ ప్రాంతంలో ఆ మూలకపు ధాతు నిక్షేపాలను సూచించ వచ్చనే సూత్రాన్నను సరించి, భూ రసాయన పద్ధతులపై అన్వేషణలు జరుగుతాయి. అందుచేత, ఏ ప్రాంతంలోనైనా ధాతు నిక్షేపాల అన్వేషణ జరపాలంటే ఆ ప్రాంతంలో ఒక మూలకపు సాధారణ గాఢతలనూ ఆ ధాతువు సూచించబడటానికి కనీసగాఢతలనూ ముందుగా నిర్ధారించాలి. పెచ్చు శైథిల్యము, మందమైన మట్టిపొర, దట్టమైన వృక్ష సంతతి, దుర్గమ ప్రాంతాలుగల ఇండియా వంటి ఉష్ణ మండల ప్రాంతాల్లో భూ రసాయన పద్ధతులు ముఖ్యంగా మరింత ప్రయోజనకరమైనవి. ఈ సర్వేక్షణలు మితవ్యయంతో కూడుకొన్నట్టివి. ఒక చ॥ మై॥ ప్రాంతంలో పూర్వ పరీక్షణలకు 100-300 రూ : వివరపరీక్షలకు 2,000 - 20,000 రూ : వరకూ ఖర్చు కావచ్చు. (నగటున ఒక భూ భౌతికకు అయ్యే ఖర్చు ఒక చ. మై. ప్రాంతంలో, భూ రసాయన వివరణ పరీక్షకు అయ్యే ఖర్చు కంటే పెచ్చు.)

శిలల, అవశిష్ట మృత్తికల పూర్వ పరీక్షణల ద్వారా ప్రాంతీయ అసంగతాలను తెలుసుకోవచ్చు. కాని, ఒక ధాతు షేత్రంలో వేర్వేరు ఉప బహిర్గతాల వల్ల ఏర్పడే అసంగతాలు సాధారణంగా స్వల్పమైనవై ఉంటాయి. అంచేత దగ్గర దగ్గర నమూనాల సేకరణ చేయాల్సి ఉంటుంది. లోహాలు గలిగిన శిలల మృత్తికలలో తక్కువ చలనశీలత గల లోహాలకూ, జలాల నుంచి అవక్షేపితమై ఎక్కువ చలనశీలత గల మూలకాలకూ కూడా ప్రవాహ అవక్షేప సర్వేక్షణలు బహుళ ప్రయోజన

కరాలు. జల భూరసాయన సర్వేలు పెచ్చు చలన శీలత గల యురేనియం, జింక్ వంటి మూలకాలకు మాత్రమే పనికిస్తాయి. కెనడా భూమి సర్వేక్షణ సంస్థచే రసాయన విచక్షిణి విధానం (ఖనిజీ కృత, ఖనిజరహిత శిలలను విచక్షణ చేయుటకు గిణాంక ప్రక్రియలను ప్రయోగించు విధానం) పెంపొందించ బడి అన్వేషణల్లో విజయవంతంగా వాడబడింది.

గాంధీ, అశ్వత్థనారాయణలు, తమిళనాడులోని మామండూర్ లో మూలలోహ ఖనిజాల కవకాళమున్న ఒక ప్రాంతంలోని శిలల్ని, మృత్తికల్ని, జలల్ని, మొక్కల్ని - ముఖ్యంగా అటామిక్ ఆబ్జర్వేషన్ స్పెక్ట్రోఫోటోమెట్రీ ద్వారా-పరీక్షించి, రాగి, సీసం, జింక్, రుబీడియం, స్ట్రాన్షియం, కాల్షియమ్, నికెల్, కోబాల్ట్ మొదలగువానిని, నిర్ధారించారు. ఈ పరిశీలనా దత్తాంశాల నుంచి వివిధ మూలకాలకు శిల - మృత్తిక, మృత్తిక - వృక్షము, మృత్తిక - జలము మొ॥ ప్రావస్థల పంపిణీ గుణకాలను గణన చేయడం జరిగింది. మొక్కలను బూడిద చేసి విశ్లేషణ చేయడం ద్వారాను, ఖనిజీ కృత ప్రాంతాలలో వితరణ ఆధారంగానూ, మూల లోహ సూచిక కాగం ఒక మొక్క (వాలెరియా ఇండికా స్పెర్కులియాసి)ను కూడా గుర్తించడం జరిగింది.

పదే పదే చ రత్నాని, యోజనే రసరూపికా,  
భాగ్యహీనా నవశ్యంతి, బహురత్నా వసుంధరా,  
- భర్తృహరి సుభాషితం.

\*

మూలం ఆచార్య. యు. అశ్వత్థ నారాయణ.  
తెనుగు డా॥ కె. శ్రీరామమూర్తి.

# 216. భూ భౌతిక అన్వేషణలో కొన్ని న్యూక్లియర్ ప్రక్రియాను వర్తనాలు

పరమాణు కేంద్రకం విఘటనం చెందినప్పుడు వెలువడే వికిరణాల భౌతిక చర్యల ఆధారంగా వివిధ విజ్ఞాన రంగాల్లో ఎన్నో ప్రయోజనకరమైన అనువర్తనాలు రూపొందిన సంగతి సామాన్య విదితమే. అణుశక్తికి అవసరమైన యింధనాలుగా ఉపయోగపడే యురేనియం, థోరియం ఖనిజా న్వేషణల కోసం శింట్లోను, ఖనిజాల్లోను, జలాల లోను ప్రకృతి సిద్ధమైన రేడియో ధార్మికతను పరిశీలిస్తారు. రేడియో ధార్మిక మూలకాలతో పాఠాజనక సంబంధం గల అరుదైన కొన్ని మూల కాల ధాతు అన్వేషణలకే కాక, శిలా వర్గీకరణలకు, భౌమకాలానుక్రమ నిర్ణయాలకి, వాతావరణంలోని రేడాన్ సంచారాన్ని గమనించడానికి కూడా స్వాభావిక రేడియో ధార్మికతను పరిశీలించడం వల్ల యేర్పడే అవగాహన పనికొస్తుంది.

కృత్రిమ రేడియో ధార్మిక ఐసోటోప్లు, న్యూట్రాన్ జనకాలు, న్యూట్రాన్ ఉత్పాదకాలు విరివిగా లభ్యమౌతుండడంతో, ప్రేరిత రేడియో ధార్మికతనూ తత్సంబంధ ఫలితాలనూ వివరంగా పరిశోధించడానికి వీలు పెరిగింది. భూ భౌతికా న్వేషణల్లో, ఖనిజాలను గుర్తించ గలగడమే కాక, మామూలు రసాయన పద్ధతులచే సాధించ దగిన కచ్చితత్వం గల పరిమాణాత్మక విశ్లేషణ చేయ దమూ సాధ్యమైంది. విశ్లేషణలు త్వరితగతిని చేయగలగడం, నమూనా అవిధ్వంసకంగా ఉండడం యిందలి విశేషం. క్షేత్ర పరిశీలనలు అవిచ్ఛిన్నం గానూ, అతిత్వరితం గానూ, వీలయ్యాయి. ఖనిజ సంపాదనము, జల శాస్త్రం, సముద్ర విజ్ఞానం, ఖనిజ తైలా న్వేషణల్లో కీలకమైన పాత్ర వహిస్తోన్న

ఈ న్యూక్లియర్ ప్రక్రియానువర్తనాలపై విస్తృ తంగా జరుగుతున్న పరిశోధనలు 'న్యూక్లియర్ భూ భౌతిక విజ్ఞానం', అనే అధునాతన విభాగంగా ప్రత్యేకతను సంతరించుకొంటున్నవీనాడు.

మన పదార్థాల్లో స్వల్పమైన వ్యాప్తి కలిగి ఉండడం వల్ల ఆల్ఫా, బీటా వికిరణాలు భూ భౌతిక అన్వేషణల్లో అంత ప్రయోజనకరం కావు. గామా కిరణాలు, న్యూట్రాన్లు ఏదైనా పదార్థంపై ప్రసరించి నప్పుడు ఏర్పడే వివిధ దృగ్విషయాం ఆధారంపై రకరకాల న్యూక్లియర్ ప్రక్రియాను వర్తనాలు రూపొందాయి. స్థూలంగా వీటిని గామా పద్ధతులనీ, న్యూట్రాన్ పద్ధతులనీ విభజించ వచ్చు. వీనిలో, బాగా ప్రాచుర్యం పొందిన కొన్నింటిని యిక్కడ సూత్రప్రాయంగా పేర్కొంటున్నాను.

## 1. గామా పద్ధతులు

ఈ పద్ధతులలో, ప్రక్రియననుసరించి తగిన గామా కిరణ శక్తిగల ఐసోటోప్లను ఉపయో గించాల్సి ఉంటుంది. పరిశీలించే దృగ్విషయాన్ని బట్టి, కావలసిన సున్నితత్వం, కచ్చితత్వాల్ని బట్టి శోధకాలని నిర్ణయిస్తారు. క్షేత్ర మాపనాలకై తేలికగా తీసుకు పోగలిగిన ఉపకరణాల్ని తక్కువ ఖర్చుతో రూపొందించడంలో, జి. యం కౌంటర్లని వాడతారు. కాని, యివి మొత్తం వికిరణ తీవ్రతను తెలుసుకోడానికి మాత్రమే ఉపయోగిస్తాయి. NaI (TI) స్పటికాలు గల సిండిలేషన్ శోధకాలను వాడితే, గామా కిరణాలను, వాని శక్తి ననుసరించి, వేరు చేయవచ్చును. క్షేత్ర మాపనాల కనువైన పోర్టబుల్ సిండిలేషన్ కౌంటర్లు కూడా బాగా రూపొందించబడ్డాయి. 50 కె. ఈ. పీ. ల కంటే

తక్కువ శక్తిగల గామా కిరణాల్ని గుర్తించడంలో హెచ్చు పృథక్కరణ శక్తిగల ప్రపోర్షనల్ కౌంటర్లు అవసరం. చాలా ఎక్కువ పృథక్కరణ శక్తిగల Ge - Li, Si - Li అర్థవాహక శోధకాలు వ్యతికరణ రహితమైన విశ్లేషణా కచ్చితత్వాన్ని సాధించడంలో, ముఖ్యంగా ప్రయోగశాలల్లో, యిటీవలి కాలంలో హెచ్చుగా ఉపయోగింప బడు తున్నాయి.

### 1.1. గామా - గామా పద్ధతి :

గామా కిరణాలు ఏదైనా పదార్థం గుండా ప్రసరిస్తే అవి అధిశోషించబడడం వల్ల వికిరణ తీవ్రత తగ్గుతుంది. తొలి వికిరణతీవ్రత  $I_0$  అయితే, ఒక పదార్థంలో  $X$  దూరం ప్రయాణం చేసిన తర్వాత వికిరణ తీవ్రత,  $I = I_0 e^{-\mu x}$   $\mu$  ని పదార్థపు అధిశోషణ గుణకం అంటారు. ఇది మూలకపు పరమాణు సంఖ్య  $Z$ . (సంశ్లిష్ట పదార్థాల్లో, ప్రాభావిక పరమాణు సంఖ్య  $Z_{eff}$ ) సాంద్రత  $P$ , గామా కిరణశక్తి  $h\nu$  లపై ఆధార పడి ఉంటుంది.

అధిశోషణ చర్యతో బాటు పరిశేషణ (Scattering) కూడా జరుగుతుంది.  $h\nu$ ,  $P$ ,  $Z_{eff}$  పరిశేషణ దిశకూ గామా పతనదిశకూ మధ్య కోణం, పరిశీలన వికిరణ తీవ్రతను నిర్ధారిస్తాయి.

$^{137}\text{Cs}$  (882 కె. ఈ. పీ) గామా కిరణాల అధిశోషణను గుర్తించి, శిలా సాంద్రతలనూ ప్రాభావిక పరమాణు సంఖ్యలనూ తేలిగ్గా కనుక్కోవచ్చును. తక్కువ శక్తిగల గామా ఫోటాన్లకి కాంతి - విద్యుత్ ప్రభావం ఎక్కువగా ఉంటుంది. అందుచేత, అధిశోషణ  $Z_{eff}$  పై బాగా హెచ్చుగా ఆధారపడుతుంది. ఈ ప్రాతిపదికపై, శిలలో సీసం, టంగ్స్టన్ వంటి ఎక్కువ పరమాణు సంఖ్య గల మూలకాల అంశాల్ని నిర్ణయించడము - తక్కువ శక్తి (< 100 కె. ఈ. పీ) గల, గామా-

కిరణ అధిశోషణను గుర్తించడం ద్వారా సాధ్యమౌతుంది.

థిర్యక్ పరిశీలన వికిరణ తీవ్రతను కొలిచి, షేత్ర పరిశీలనల ద్వారా శిలా సాంద్రతలనూ, నేలలోని తేమ అంశాన్ని సులభంగా నిర్ణయించవచ్చు.

### 1.2. ఐసోటోప్ $x$ -కిరణ ప్రతిదీప్తి :-

పరమాణువుని అయనీకరణం చేయడం గాని, ఉత్తేజనం చేయడం గాని జరిగితే - బాహ్య కక్ష్యలోని ఎలక్ట్రాన్, లోకక్ష్యలోకి రావడం వల్ల - మూలకపు అభిలక్షణ  $x$  - కిరణాలు వెలుగుతాయి గదా! ఈ చర్యని ప్రేరేపించడానికి  $x$ -కిరణ నాశికలను ఉపయోగించవచ్చు. కానీ, అందుకు మారుగా తక్కువ శక్తిగల గామా జనకాల్ని వాడడంలో ఉపకరణాల సుఖపూ, తక్కువ ఖర్చు కూడి ఉంటాయి. ప్రతిదీప్తి  $x$ -కిరణ తీవ్రత మూలకపు అంశానికి అనుపాతంలో ఉంటుంది కనుకనూ, వాని శక్తి - మూలకపు పరమాణు సంఖ్యకు - కచ్చితమైన సూచిక కనుకనూ, శిలలో, దాతువుల్లో మూలక విశ్లేషణ జరుపవచ్చు. హెచ్చు పరమాణుసంఖ్య గల మూలకాలకై పలుచని NaI (Tl) స్పటికాలు (1 - 2 మి. మీ.) గల సింటిలేషన్ శోధకాల్ని, తక్కువ పరమాణు సంఖ్య ( $Z < 50$ ) గల మూలకాలకై ప్రపోర్షనల్ కౌంటర్లని వాడతారు. కౌంటర్ల పృథక్కరణ శక్తికి గల అవధివల్ల యిరుగు పొరుగు మూలకాల వలన కౌంత వ్యతికరణ ఉంటుంది 'పరణీయ పోరల' (Selective Filters)ను ఉపయోగించి, యావ్యతి కరణను బాగా తగ్గించవచ్చు.

ఉదాహరణకు  $^{57}\text{Co}$  ఐసోటోప్ని ఉపయోగించి సీసం అంశం (75 కె. ఈ. పీ.  $x$  కిరణాలు),  $^{170}\text{Tm}$  ని వాడి బేరియం (32 కె. ఈ. పీ.), తగరం (25 కె. ఈ. పీ.) ల అంశాలు ఉస్మానియా

విశ్వవిద్యాలయంలోని సెంటర్ ఆఫ్ ఎక్స్ ప్లొరేషన్ జియోఫిజిక్స్ లో నిర్ణయించబడుతున్నాయి. ఇదే భౌతిక ప్రక్రియ ఆధారంగా, ఇనుము, రాగి, యశదం, క్రోమియం, వెనెడియం అంశాల కచ్చిత నిర్ధారణకు కొన్ని పరిశోధనలు కూడా జరుగుతున్నాయి.

### 1.3. గామా అనునాద అధిశోషణ :

స్పటిక జాలకంలోని కేంద్రకం ఫొటాన్ ని వెలువరించేటప్పుడు, ప్రత్యావర్తక ద్రవ్యవేగాన్ని మొత్తం ఘనపదార్థం గ్రహించడం వల్ల, ప్రత్యావర్తక శక్తి ఆత్యల్పమవడమూ, అందువల్ల అనునాద అధిశోషణకు సంభావ్యత కలగడమూ జరుగుతుంది. కాని, ఘన పదార్థంలో కంపనాలు లే జితమవడం ఆసాధ్యమైతేనూ, తక్కువ శక్తిగల ఫొటాన్ లకి సాధ్యమయ్యే కాంతి - విద్యుత్ ప్రభావం, 'ఆంతరిక మార్పు' ల సంభావ్యత అధిశోషణా సంభావ్యత కంటే తక్కువైతేనూ మాత్రమే దీనిని గుర్తించవచ్చు.

ఈ దృగ్విషయం ఆధారంగా, కేసిటరైట్ ఖనిజాలలో తగరపు అంశాన్ని నిర్ణయించడానికి  $^{119m}\text{Sn}$ , ఐసోటోప్ నీ, హెమటైట్, మాగ్నెటైట్ ల లోని యినుమును తెలుసుకోడానికి  $^{57}\text{Fe}$  ఐసోటోప్ ని ఉపయోగించి, ప్రయోగశాలలోను, క్షేత్ర పరిశీలనలోనూ విజయవంతమైన పరిశీలనలు జరుగుతున్నాయి.

### 1. 4. గామా-న్యూట్రాన్ పద్ధతి

$^{124}\text{Sb}$  వెలువరించే 1.67. ఎం ఈ. పీ. గామా కిరణాలచే, బెరిలియంను ఉద్యోగితం చేస్తే 24. కె. ఈ. పీ. న్యూట్రాన్లు వెలువడతాయి. గనులలో ధాతు నిరల ప్రాంతాల్లోను, భిత్తికల్లోను బెరిలియం అన్వేషణకు తగిన క్షేత్రపరికరాల్ని ప్రాతిపదికపై రూపొందించాయి. న్యూట్రాన్ తీవ్రత, బెరిలియం

అంశానికి అనుపాతంలో ఉంటుంది. కనుక, ధాతువుల్లో బెరిలియం పరిమాణపు నిర్ధారణ కూడా యీ సూత్రాన్ననుసరించి చేస్తారు. న్యూట్రాన్ తీవ్రతను కొలవడానికి బోరాన్ ఎన్ హైడ్రైడ్ గల జింక్ సల్ఫైడ్ సింటి లేటర్లను తరచుగా వాడతారు.

## 2. న్యూట్రాన్ పద్ధతులు

ఈ పద్ధతులలో Ra-Be, Po-Be, Pu-Be పోర్టబుల్ న్యూట్రాన్ జనకాలు ప్రయోగశాల పరిశీలనకు, క్షేత్రమాపనములకు కూడా ఎక్కువగా వినియోగపడుతున్నాయి. స్పంద న్యూట్రాన్ ఉత్పాదకములు, ఉత్తేజన విశ్లేషణకు రియాక్టర్ లు కూడా యీ పద్ధతుల్లో చోటు చేసుకున్నాయి.

న్యూట్రాన్ తీవ్రతను కొలవడానికి బోరాన్ ఎన్ హైడ్రైడ్ గల జింక్ సల్ఫైడ్ సింటిలేషన్ శోధకాలు  $^{10}\text{BF}_3$  ప్రపొర్షనల్ కౌంటర్లు తరచుగా వాడుతారు. న్యూట్రాన్-గామా చర్యలలో గామా విశ్లేషణకు అర్థవాహక శోధకాలు కచ్చితత్వాన్ని మెరుగుపరచాయి.

### 2.1 న్యూట్రాన్-న్యూట్రాన్ పద్ధతి

విరళ మూంకాలు (Rare Earths), కాడ్మియం, లిథియం, బోరాన్ మొదలైనవి అసంగత ప్రగ్రహణ చర్యవశ్యేదం (Anomalous capture cross-section) కలిగి ఉన్నాయి. కాబట్టి, శిలల్లోను, ఖనిజాల్లోను, వీని అంశాన్ని నిర్ణయించడానికి న్యూట్రాన్ అధిశోషణని పరిశీలిస్తారు. బోరాన్ అంశాన్ని గుర్తించడానికి భిత్తికల్లోనూ ఖనిజ ఉపరితలంపైనా వాడుటకు తగిన క్షేత్ర మాపనాలు కూడా లభ్యమౌతున్నాయి.

స్పంద న్యూట్రాన్ ఉత్పాదకాల్ని Po - Be జనకాల్ని, ఉపయోగించి, న్యూట్రాన్ తిర్యక్ పరిక్షేపణను అవేక్షణ చేసి శిలా సచ్చిద్రవలను, ఆర్గ్రతలను, సాంద్రతలను తెలుసుకోడానికి భిత్తికా



విచ్చిన్న మాపనాలు చేస్తారు. ఖనిజ తైలాన్వేషణ లకు, అంతర్గత పరిశోధనలకూ, ఈ పరిశీనలు ప్రయోజనకరం.

## 2.2. న్యూట్రాన్ ఉత్తేజన విశ్లేషణ :-

న్యూట్రాన్ ప్రగ్రహణం (Capture) వలన అస్థిరత్వం పొందిన కేంద్రకాలు స్థిరత్వాన్ని పొందడంలో వెలువరించే  $\beta - \gamma$  వికిరణాలను సింటిలేషన్ కోయిన్సిడెన్స్ స్పెక్ట్రామీటర్లను, అర్థవాహక శోధకాలనూ ఉపయోగించి విశ్లేషణ చేసి-శీలల్లోను, ధాతువుల్లోను-మూలకాల అంశాల్ని కచ్చితంగా నిర్ధారించవచ్చు. వికిరణాల శక్తి, ప్రేరిత రేడియో ధార్మికతకు గల అర్థాయుకాల పరిమితి కేంద్రకపు ఆభిలక్షణ గుణాన్ని కలిగి ఉంటాయి. వికిరణ తీవ్రత, తొలి స్థిర కేంద్రకాల సంఖ్యకు అనుపాతంలో ఉంటుంది. అందుచేత పరిమాణాత్మక నిర్ణయం కచ్చితంగా చేయవచ్చు. ఇదే సూత్రాన్ననుసరించి, ఖనిజ పరిశ్రమలలో ప్రక్రియా నియంత్రణలో వివిధ అంచెలలో ఖనిజాల గాఢతలను నిర్దేశించడం కూడా జరుగు తోంది.

న్యూట్రాన్ థర్మలైజేషన్ ప్రక్రియవల్ల ఉదజని అంశాన్ని తెలుసుకోవడంతోబాటు, అంతర్జలాక్టో క్లోరిన్ ను ఉత్తేజన విశ్లేషణ ద్వారా నిర్ధారించి, అంతర్గత - ఖనిజతైల అంతర్ముఖాల్ని గుర్తించడం ఖనిజ తైలాన్వేషణలో ప్రాధాన్యత కలిగిఉంది.

## 2.3. వికిరణయుత న్యూట్రాన్ ప్రగ్రహణం:

ఉత్తేజన విశ్లేషణలు చేయడంలో, కొన్ని

మూలక మిశ్రమాల్లో గామా వర్ణపట వ్యతికరణం వలన గాని, తక్కువ అర్థాయు కాల పరిమితి వలన గాని ఎదురయ్యే కొన్ని చిక్కుల్ని న్యూట్రాన్ ప్రగ్రహణం వల్ల వెలువడే 'తక్షణ' గామా వర్ణపట పరిశీలన ద్వారా విడతీయవచ్చు. తొలి స్థిర కేంద్ర కాల సంఖ్యకు, వికిరణ తీవ్రత అనుపాతంలో ఉండడం, 'తక్షణ' గామాలు కేంద్రకపు అభిలక్షణ గుణాన్ని కలిగి ఉండడం, యిందులోనూ ఉంటుంది. ఉదాహరణకు  $^{56}\text{Fe}(n, r)^{57}\text{Fe}$  చర్యచే వెలువడే 7.6 ఎం.ఈ.పీ, గామాలు,  $^1\text{H}(n, r)^2\text{H}$  వలన వచ్చే 2.23 ఎం. ఈ. పీ. గామాలు, ఇనుము, ఉదజని అంశాల కచ్చిత నిర్ధారణలో ఉపయోగించబడుతున్నాయి. ఈ ప్రక్రియ, ఉపరితల పరిశీలనల్లోనే కాక, భిత్తికల్లో అవిచ్చిన్న మాపనాల్లో కూడా ఎక్కువగా వినియోగపడు తోంది.

## తుది పలుకు :-

ముందు చెప్పినట్లు, ఈ పద్ధతులు ఎన్నో రకాల ఆధిక్యతల్ని కలిగి ఉన్నాయనడం నిస్సంశయం, కాని, ప్రయోగ పరిస్థితులను స్థిరీకరించి క్రమాంకనం చేయడంలోను, ఫలితాలను ఎంచి అర్థవివరణ సాధించడంలోను తగు కౌశలంతో వ్యవహరించాలి. అంతేకాక, ఏకైక విలువల నిర్ధారణకు వీలును బట్టి రెండు మూడు పద్ధతులను ఉపయోగించడం మంచిది.

డా॥ కె. శ్రీరామమూర్తి.

# 217. సముద్ర భూ భౌతిక శాస్త్రము

## నిర్వచనము :-

సముద్రాంతర్గత భూతల విశేషములు, నిర్మాణము, అంతర్గత సంఘటన, కటక, కండక,

అగాధ, మైదాన, పర్వతాది విస్తృత రూపరేఖా వైశిష్ట్యము, సజీవ నిర్జీవ వనరుల ఉనికి మొదలైన విషయ పరిజ్ఞానమునకై భూ భౌతిక

పద్మతులను వినియోగించు శాస్త్రమే సముద్ర భూ భౌతిక శాస్త్రము.

**ప్రవేశిక :-**

భూమి యొక్క నైసర్గిక స్వరూపంలో సముద్రం అతి ప్రధానమైనది. భౌమ్యాష్ట్ర వినిమయ వ్యవస్థకు సముద్రం మూలకారణం, వాతావరణ స్థిరత్వము సముద్రాల వలననే సాధ్యమవుతుంది. ఆవిరి, వర్షము హిమము, హిమానీనదము - అన్నింటికి సాగరమే మాతృక.

భూగోళంపై మూడువంతుల భూమిని సముద్రాలు ఆక్రమించి ఉన్నాయి. ఈ కారణంగా భూ భౌతిక పరిశోధనలు ఒక వంతుకే పరిమితమై పోయాయి. కొద్దికాలం క్రితం నుండి సముద్రాంతర్గత భౌతిక, నైసర్గిక విశేషాలపై శాస్త్రజ్ఞుల ఆసక్తి అధికమైంది. సముద్ర భూ భౌతికశాస్త్ర పద్ధతులను ప్రత్యేకంగా రూపొందించారు. అంతర్జాతీయ భూ భౌతిక సంవత్సరం, అంతర్జాతీయ హిందూ మహాసముద్ర విజ్ఞానయాత్ర - అను పురస్కరించుకుని విశేష పరిశీలనలు జరిపారు. సముద్ర భూతల స్థలాకృతి లోని విశిష్ట రూపురేఖలను నిర్ణయించారు.

**సముద్ర భూతలాకృతి - విభాగములు :-**

(క) ఖండతీరపు అంచు :-

భూఖండం సముద్రతీరం దాటి లోనికి చొచ్చు కంటుంది. ఈ చొచ్చుకున్న తీరపు అంచులను అను గభీర చిత్రపటాల్లో చూడవచ్చు. 'ప్లీస్టోసిన్' కాలంలో హిమానీనదము వలన భూఖండము క్రమశ్చయమై ఖండతీరపు అంచులు ఏర్పడ్డాయని శాస్త్రజ్ఞుల భావన.

(ఛ) ఖండతీరపు వాలు :-

భూఖండానికి సముద్ర హరివాణానికి సరిహద్దుగా నున్న నిట్రవాలుని ఖండతీరపు వాలు అంటారు. దీని సరాసరి వాలు 4° ఉంటుంది.

(ట) సముద్రాంతర్గత అగాధదరి :-

ఖండ తీరపు వాలులో V - ఆకారం గల లోడు వలె ఉండే రూపరేఖను అగాధదరి అంటారు. ఖండతీరం నుండి 4,000 మీ. లోతువరకు ఉండే ఈ అగాధదరుల్లోని హిమానీనద గోళాకృతి మృత్తిక, ఇవి ప్లీస్టోసిన్ కాలంలోని సంక్షుబ్ధ ప్రవాహాల వల్ల నేర్పడ్డాయనటానికి నిదర్శనం.

(త) ఖండతీరపు వీక్షణ :-

ఖండతీరపు వాలు క్రమంగా బద్ధవస్తువై సముద్ర భూతలాన్ని చేరే ప్రదేశాన్ని 'ఏప్లస్' అంటారు. దీని ఏటవాలుతనం స్వల్పం. భూ ఖండాల నుండి రవాణా అయ్యే స్థూలకల అవ శేషాలు ఈ ప్రదేశంలో ఉంటాయి.

(ప) అగాధ మండల మైదానము :-

ఇవి సముద్ర భూతల ప్రదేశము. అతివదునైన, విశాలమైన మైదానము. సముద్ర గర్భస్థపర్వతాలు, వేదికలు ఉన్నప్పుడు మైదానం హఠాత్తుగా అంత మవుతుంది. సంక్షుబ్ధ ప్రవాహాల వలన లభించిన భూఖండ అవశేషాలు ఈ మైదానాల్లో నిక్షిప్త మైనందున ఇవి అతి చదునైనవిగా తయారయ్యాయని శాస్త్రజ్ఞులు విశ్వసిస్తున్నారు.

(గ) సముద్ర గర్భస్థ పర్వతాలు :-

ఇవి సముద్ర భూతలంమీది 'బసాల్ట్' మయ అగ్ని పర్వతాలు; వీటి శిఖరాలు బద్ధ పరువుగా నున్నచో వీనిని పీఠాకృతి పర్వతాలు అంటారు.

(జ) వగులు మండలములు :-

ఇవి సముద్ర భూతలంలో ఉండే పొడగాటి నెరదలు. దాదాపు అన్ని సముద్రాల్లోనూ కనిపించే వీటి పొడవు 2 నుండి 5 కి. మీ. వరకు ఉంటుంది.

(ఢ) సముద్ర మధ్యస్థ కటకము :-

అన్ని సముద్రాల మధ్య 60,000 కి.మీ. పొడవున అవిచ్ఛిన్నంగా వ్యాపించిన పర్వత

శ్రేణిని 'సముద్ర మధ్యస్థ కటకం' అంటారు. వీటి ఎత్తు 3,000 మీ. దాకాను, వైశాల్యం భూ ఖండానికంటే మొత్తానికి సమానంగాను ఉంటుంది. సముద్ర భూ కంపాలు కటకాల మధ్యనే వస్తూ ఉంటాయి.

(ద) కందకము :

సముద్ర భూతలంపైద అతి లోతైన ప్రదేశాల్ని అగాధ కందకాలంటారు. సాధారణంగా ద్వీప వక్రతల సమీపాల్లో ఇవి ఉంటాయి.

ఈ పై వర్ణించిన సముద్ర భూతల విశేషాల నిర్ణయానికి, భూభౌతిక పద్ధతులెలా ఉపయోగిస్తాయో పరిశీలిద్దాం.

**భూ భౌతిక పద్ధతులు**

భూమిపైన ఉపయోగించే ముఖ్య పద్ధతులను సముద్రాంతర్గతోపయుక్తం చేయటమెలాగో తెలుసుకోవాలి.

(క) గురుత్వాకర్షణ పద్ధతి :

సముద్రం మీద ఓడ కదులుతూండటం వలన భూమి మీద ఉపయోగించే మామూలు గురుత్వాకర్షణ పరికరమగు 'గ్రావిమీటర్' ఉపయోగపడదు. సముద్రతల గ్రావిమీటర్ - అను ప్రత్యేక గ్రావిమీటర్ ను ఉపయోగిస్తారు. ఇందులోని 'అల్మామినియం' పీరిక ఓడమార్గంలోని గురుత్వాకర్షణ అసంగతులకు కదులుతుంది. ఈ కదలికలను విద్యుద్ధటాలకు పంపించి 'బాట్‌వుడ్'ను రికార్డు చేయటం ద్వారా అసంగతులను నిర్ణయించవచ్చును.

(చ) అయస్కాంత పద్ధతి :

భూమి మీద ఉపయోగించే 'ప్రోటాన్ మెగ్నటామీటర్'నుగాని 'అభివాహద్యార మేగ్నటామీటర్'ను, గాని తగు మార్పులతో సముద్ర సర్వేక్షణల్లో వాడవచ్చు. మెగ్నటామీటర్ ను ఓడ వెనుక నిరయస్థానిక బంధంతో వేలాడదీసి సముద్రంలో లాగుతారు. సముద్రం క్రింది భూమిలోని

అయస్కాంత క్షేత్రంలోని మార్పులు మెగ్నటామీటర్ల నిర్గత విద్యుద్బాలక బలంలోను, పౌనఃపున్యంలోను మార్పును కల్గిస్తాయి. వీటిని గుర్తించటం ద్వారా భౌమ్యయస్కాంతిక అసంగతులకు అన్వయించుకొనవచ్చును.

(ట) భూకంపన పద్ధతి :

సముద్ర ఉపరితలం మీదగాని, కొంత లోతులో గాని 'డైనమెట్'ను ప్రేల్చి, తదృశములైన స్థితి స్థాపక ప్రచోదకతరంగాల్ని సముద్ర భూతలానికి పంపుతారు. ఈ తరంగాలు సముద్ర భూతల నిక్షిప్తమైన అవక్షేపాలను తాకి సముద్ర తలాన్ని చేరుతాయి. సముద్రతలం మీద ఉంచబడిన కంపన శోధకాలు వీటిని తిరిగి గ్రహిస్తాయి. ప్రేలుడు, శోధన స్థానాల మధ్య పరావర్తిత వక్రీభవన ధ్వని చోదనాన్ని ఓడలో ఉంచిన రికార్డు మీద గుర్తిస్తారు. రికార్డుల విశ్లేషణ ద్వారా సముద్రాంతర్గత అవక్షేపాల విస్తృతి, దశసరిని గ్రహించ గలుగతారు.

పై అన్వేషణలతో పాటు అవసరమైన చోట ఓడను ఆవి సముద్రంలోని భూమినుండి మచ్చుకు శీలను తీయుట, భూతల ఛాయాచిత్రాలను తీయుట, భూతాపీయ మాపనలు తీయుట మొదలైన పరిశీలనలు కూడా చేస్తుంటారు.

**ప్రాముఖ్యత**

సముద్ర పరిసరాల సదవగాహనికి, వినియోగాత్మక కృషికి, అర్థవంతమైన నియంత్రణకి సముద్ర శాస్త్రాల ప్రాముఖ్యతను గుర్తించటం అవసరం. మన దేశానికి మూడు వైపుల సముద్రముంది. దేశ తీరరేఖ సుదీర్ఘమైంది. సుమారు 9,91,000 చ. కి. మీ. వైశాల్యం గల ఆపత్తిర ప్రాంతంలో సజీవ, నిర్జీవ వనరుల సంపద విస్తృతంగా వుంది. ఈ వనరుల సంపదను

గ్రహించటంలో భూభౌతిక శాస్త్ర ప్రాధాన్యత ఎంతయినా ఉంది.

### వివిధ సంస్థల కృషి

భారత దేశంలో సముద్ర భూభౌతిక శాస్త్ర ప్రగతికై పనిచేయు వివిధ సంస్థల కృషి, కార్యక్రమాలను గూర్చి కొంత తెలుసుకుందాం.

అంతర్జాతీయ హిందూ మహాసముద్ర విజ్ఞాన యాత్ర దరిమిలా, స్థాపించబడిన, 'జాతీయ సముద్ర శాస్త్ర సంస్థ' భారతదేశ అవతీరంలోని ఖండతీర అంచులు, అగాధదరులు, దత్తాంశాల సంవయనం, విశ్లేషణల మీద కొంత పరిశోధన గావించింది.

మౌలిక వనరుల పటాలను తయారు చేయటానికి, వేలావ్రవాహ సముద్రప్రవాహ విషయాలను పరిశీలించటానికి నిర్దేశక సంస్థగా 'యుద్ధనౌకాజల రాశి శాఖ'ను స్థాపించారు. అయస్కాంత గురుత్వాకర్షణ, ఉష్ణ ప్రవాహ సర్వేక్షణలను దీని ఆధిపత్యం క్రింద నిర్వహించారు.

ఖండతీరపు అంచులలోని ఖనిజ వనరుల అన్వేషణకై 'భారత భౌమ సర్వేక్షణ సంస్థ' వారు ఒక ప్రత్యేక విభాగాన్ని స్థాపించారు. ఈ సంస్థ తీర ప్రాంత అవక్షేపాల అన్వేషణలో కొంత ప్రగతిని సాధించింది.

చమురు, ఖనిజ, వాయువుల, సర్వేక్షణలకై స్థాపించబడ్డ 'ప్రత్యేక కమిషన్' అతి చురుకుగా, విపులంగా అన్వేషణలు కొనసాగిస్తున్నది. రష్యా సహకారంతో కాంబే సింధుశాఖలో చమురు, నిర్మితుల కొరతను సర్వేక్షణలు జరిపించింది. కేరళ, ఆంధ్ర, మహానది ప్రాంతాల్లో ఈ సంస్థ విరివిగా అన్వేషణలు కొనసాగిస్తున్నది.

'జాతీయ భూభౌతిక అనుసంధాన సంస్థ' స్థానికంగా నిర్మించిన ప్రొటాన్ ప్రిసెషన్

మేగ్నటా మీటర్ తో బొంబాయి అవతీర ప్రాంతంలో అయస్కాంతిక అన్వేషణలు కొనసాగిస్తుంది.

ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయ భూభౌతిక శాఖ తొలుదొల్ల భారతదేశంలో - పట్టభద్రానంతర స్థాయిలో ఈ శాస్త్రాధ్యయనం ప్రవేశ పెట్టింది. కొన్ని ప్రాంతాల్లో ప్రాంతీయ గురుత్వాకర్షణ, అయస్కాంతిక అన్వేషణల ఈ శాఖ జరిపింది.

### భవిష్యత్కర్తవ్యాలు

దేశశ్రేయస్సు, ఆర్థిక పురోభివృద్ధి దృష్ట్యా సముద్ర భూభౌతిక శాస్త్రం నిర్వహించాల్సిన భవిష్యత్ప్రణాళికల అవగాహన కొంత అవసరం. విద్య, శిక్షణా సౌకర్యాలతో పాటు అనేక విషయాలకై పరిపూర్ణ విజ్ఞాన సముపార్జన గావించాలి.

భారత పశ్చిమతీరం నుంచి అరేబియా సముద్ర హరివాణం, 'వేమా' కందకానికి ఉత్తరంగా నున్న సముద్ర మధ్యస్థ కటకం, 'శోమాలి' అగాధ మండల మైదానం మొదలైన బాటల ద్వారా అన్వేషణలు కొనసాగాలి. సముద్ర భూతల నుండి దిగ్విన్యాసిత శీలలను తీసి, భారత భూఖండ సంచలన మార్గం నిర్దేశింపబడాలి. ఈ ఖండ సంచలనయొక్క వేకువలో బహుశా ఆవిర్భవించిన 'మెడగాస్కర్' 'లె రియూనియన్' 'మారిషస్' దీవుల స్వభావ విశేషాలను గ్రహించాలి. భారతీయ తీరంలోని గంగా, సింధు శంఖువుల భూ పటం నిర్మితి, సముద్ర స్వభావం గ్రహించటం ఎంత యిన అవసరం. శ్రీలంక అగాధమండల మైదానం 'హార్వర్డ్' హరివాణం, 'ఎక్స్ మిట్' పీఠ భూముల మీదుగా సర్వేక్షణలను జరిపి, ఆస్ట్రేలియా ఖండ సంచలన రీతిని గూడ నిర్ణయించవచ్చు. తగినన్ని శాస్త్ర పరికర, ఆర్థిక వనరులతో సమృద్ధి కృషి గావించినప్పుడు, భారతీయ భూవిజ్ఞాన ప్రతిపత్తి ఏకాంతమై, సహజ సంపద వెలికి తీయబడి సర్వతోముఖాభివృద్ధికి దోహదం చేస్తుంది.

అచార్య పీఠ ఘంట భాస్కరరావు.

## 218. వాయువాహ భూభౌతిక సర్వేక్షణలు

గడచిన దశాబ్దం నుండి అనేక రకాలైన ఛాయా గ్రహణ పరికరాలు, (కెమేరాలు, రాడారు, పరారుణ వికిరణ గ్రాహకులు) పరామితి రికార్డు పరికరాలు (రేడియో మీటర్లు, వర్ణపట మాపకాలు, మాగ్నెటో మీటరులు) వంటి భౌతిక శ్రేణి గ్రాహకాలను తక్కువ ఎత్తులో కాని, ఎక్కువ ఎత్తులో కాని, భూకక్ష్యలలో కాని పయనించే సాధనాల (విమానాలు, హెలికాప్టర్లు, ఉపగ్రహాలు) నుండి భూ ఖండాల సహజ వనరుల సర్వేక్షణలకై విరివిగా వాడుతున్నారు. తక్కువ ఖర్చుతో విశాల దుర్గమ భూభాగాలను త్వరితంగా పునః పునః సర్వేక్షణలు చేయగలగటం ఈ పద్ధతుల ముఖ్య ప్రయోజనం.

పరిశీలించ బడుతున్న దృగ్విషయాన్ని బట్టి వాయువాహ భూభౌతిక సర్వేక్షణలను రెండు భాగాలలోనికి విభజింప వచ్చు:

I. విద్యుదయస్కాంత తరంగ వర్ణపటములో కొలతలు.

II. శక్తి శ్రేణుల కొలతలు.

ఏదీకె తోడు కొన్ని రకాలైన రసాయనక గ్రాహకాలను కూడా వాయువాహక సాధనాల నుండి, కొన్ని కొన్ని భూభాగాలలో మూలకాల ఉనికిని తెలుసుకోడానికి, వాడవచ్చును. ఈ పద్ధతులన్నిటిని కలిపి సుదూర శోధక పద్ధతులు అంటారు.

I. విద్యుదయస్కాంత తరంగ వర్ణపటములో కొలతలు.

ఈ పద్ధతులలో వివిధ పౌనఃపున్యములు గల్గిన విద్యుదయస్కాంత తరంగములను తగు సాధనాల ద్వారా రికార్డు చేస్తారు.

ఈ పద్ధతులన్నిటిని తిరిగి నిష్క్రియాత్మక (Passive) మరియు క్రియాత్మక (Active) పద్ధతుల క్రింద విభజింప వచ్చును. నిష్క్రియాత్మక పద్ధతుల్లో ఏదైనా వస్తువునుంచి కాని, దృగ్విషయాన్నించి కాని, ఏ విధమైన కృత్రిమ ప్రేరణలేకుండా, స్వతస్సిద్ధంగా పరావర్తన రూపంలో కాని లేక ఉద్గార రూపంలో కాని వెలువడే విద్యుదయస్కాంత శ్రేణుల అంశాలను గ్రాహకాల ద్వారా రికార్డు చేస్తారు. దీనికి విరుద్ధంగా, క్రియాత్మక పద్ధతుల్లో ఏదైనా వస్తువును కృత్రిమమైన విద్యుదయస్కాంత తరంగాలకు గురిచేసి, ఆ వస్తువు నుంచి పరావర్తన రూపంలో కాని పరిక్షిప్త రూపంలో కాని, తిరిగి వచ్చే విద్యుదయస్కాంత శక్తిని గ్రాహకాల ద్వారా రికార్డు చేస్తారు. ఒక నిర్దిష్టమైన దిశలో ఇచ్చానుసారంగా విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను ప్రసారం చేయడం ఈ పద్ధతుల యొక్క ముఖ్యలాభం.

I. నిష్క్రియాత్మక పద్ధతులు

A. వాయువాహక రేడియోధార్మిక సర్వేక్షణలు:

పరమాణుభారం పొచ్చుగా ఉండే కొన్ని మూలకాల (యురేనియం, రేడియం, థోరియం మొ॥) పరమాణు కేంద్రాలు, అయితే కృత విమటనం చెందేటప్పుడు, కొన్ని విద్యుదావేశిత కణాల ( $\alpha$ ,  $\beta$  కణాల) తో పాటు అతితక్కువ ఆవర్తన కాలాలు (ఎక్కువ పౌనఃపున్యము) కల విద్యుదయస్కాంత శక్తి ( $\gamma$  - కిరణాలు) విడుదల అవుతాయి. ఈ  $\gamma$ -కిరణాలు కాంతి యొక్క (వేగము  $c = 3 \times 10^{10}$  cm/sec) ప్రయాణిస్తూ  $h\nu$  ( $h =$  ప్లాంక్ గుణకము — 6. 6256 -  $10^{-27}$  ఎర్గ్/ సెకండు,  $\nu =$  పౌనఃపున్యము) శక్తిని కలిగి ఉంటాయి.

స్వతఃస్సిద్ధంగా ఈ విధంగా వెలువడే  $\gamma$ -కిరణాలు సాధారణంగా 0.01 నుంచి 2.6 మిలియను ఎలక్ట్రాను వోల్టుల శక్తిని కల్గి ఉంటాయి.

ఈవిధంగా వెలువడే ఈ  $\gamma$  (గామా)కిరణాలను, ఇదివరలో ఆయోనైజేషను చేబర్లద్వారా కాని గైగర్ కౌంటర్లద్వారా కాని కొలిచేవారు. ఇప్పుడు పూర్తి సింటిలేషను కౌంటర్ల ద్వారా కాని సింటిలేషను వర్ణ పటమాపకాల ద్వారా కాని కొలుస్తున్నారు. సింటిలేషన్ కౌంటర్లలో  $\gamma$  - కిరణ శక్తి, గ్రాహకము యొక్క స్పటికము (సాధారణంగా థాలియం కలిసిన సోడియం ఆయోడైడు) పై పడి కాంతి మెరుపుల్ని వెలువరిస్తుంది. ఈ కాంతి మెరుపులు కాంతి విద్యుద్బలాల సహాయంతో విద్యుత్ స్పందాలుగా మార్చబడుతాయి ఈ విద్యుత్ స్పందాల తీవ్రత వాటిని వెలువరించే  $\gamma$  - కిరణ శక్తికి అనుపాతంలో ఉంటుంది. అందువల్ల ఈ విద్యుత్ స్పందాలను స్కేలర్లు, రేడిమీటర్లు అనబడే ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలతో కొలవడం ద్వారా గామా కిరణ శక్తిని కొలవవచ్చును.  $\gamma$  - వర్ణపటమాపకాలలో కొంతలు జరిపే పద్ధతి ఇదే అయినప్పటికీ, స్పంద పరిమితికి మితిని బట్టి వివిధ శక్తిగల  $\gamma$ - కిరణాలను వేరు వేరుగా గుర్తించే అవకాశం ఉంది. ఈ విధమైన విభజనవల్ల యురేనియం, థోరియం, పోటాసియం ధాతువుల నుండి వెలువడే  $\gamma$  - కిరణ శక్తిని విడి విడిగా గుర్తించవచ్చు.

వాయు వాహక ప్రయాణ సాధనాల ద్వారా భూమికి కొంత ఎత్తులో  $h$  ఎత్తులో  $\gamma$  - కిరణాలను కొంచినప్పుడు ఆ కొంత (Ih) లో వివిధ అంశాలు ఉంటాయి.

$$Ih = I \text{ వి} + I \text{ విశ్వ} + I \text{ భూ} + I \text{ ఉ}$$

ఇందులో I వి - విమాన భాగాలలో ఉన్న రేడియో ధార్మిక అస్వచ్ఛతల వలన వచ్చే  $\gamma$  - కిరణ శక్తి, I విశ్వ - విశ్వ కిరణాల (Cosmic -

Rays) వలన వచ్చే కొంతలు, I భూ - భూమిలో మాములుగా ఉన్న రేడియో ధార్మిక మూలకాల వలన వచ్చే కొంత; I ఉ ఉపయోగకరమైన అసంగతల వలన వచ్చే కొంతలు.

అందువలన రేడియో ధార్మిక సర్వేక్షణలలో I ఉ అంశము అతి ముఖ్యమైనది. ఈ అంశము అసంగతుల నిచ్చే భూ భాగము యొక్క కొంతలు, కొంతలు తీసుకోబడుచున్న ఎత్తు, వాని మధ్య దూరము, వాయు వాహక సాధనము యొక్క వేగము, పరికరముల యొక్క ధర్మాలు, మొదలైన వాటిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

ఈ అంశమును సరిగా కొలిచి తగు పద్ధతులలో విశ్లేషించినట్లైతే దీనిమీద ఆధారపడి (i) భౌమ మానచిత్రణ (ii) రేడియో ధార్మిక మూలకాల ఉనికి (iii) శిలా మార్పులలో పోటాసియం ధశ మొదలైన భూ గర్భ పరిశీలనలు చేయవచ్చును.

B. వాయు వాహక ఛాయా గ్రహణము, పరామితి కొంతలు.

(a) భూ ఉపరితలము నుండి వచ్చే అతినిల లోహక శక్తికి సూర్యుడు ముఖ్యకారణము. ఈ విధంగా వచ్చే అతినిలలోహక శక్తిని సరియైన పద్ధతులనుపయోగించి సాధారణ తెమెరాల ద్వారా కాని, ప్రత్యేకంగా కాంతి విద్యుద్బలాలతో కూడిన దృక్ యాంత్రిక గ్రాహకాల ద్వారా కాని, కొలవవచ్చును. షీలైటు, ఇంకాకొన్ని యురేనియం ధాతువులు-అతి నిలలోహకవికరణానికి గురియైనప్పుడు-కొన్ని నిర్దిష్టమైన తరంగ దైర్ఘ్యం కల్గిన ప్రతిదీప్తి నిస్తాయి. కనుక అట్టి వాటిని గుర్తించటానికి ఈ అతినిల లోహక పద్ధతులు ఉపయోగిస్తాయి. కాని ఏ కొంచెము మట్టిపొర కప్పి ఉన్నప్పటికీ ఈ పద్ధతి నిరుపయోగ మౌతుంది. కాబట్టి ఎక్కువగా వాడబడడంలేదు.

(b) వాయు వాహక ఫోటోగ్రఫీ చాల పురాతన మైనదీ, బాగా అభివృద్ధి చెందినది. ఈ పద్ధతిలో మామూలుగా కనిపించే వస్తువులు కెమేరాల ద్వారా ఫోటోలు తీయబడతాయి. కెమేరాలను వివిధ రకాలుగా ఆమర్చటం ద్వారా (రెండు కెమేరాల పక్క పక్కన, ఒకదాని వెనుక ఒకటి, లేక మూడు కెమేరాలు మొ॥) ఎక్కువ వైశాల్యము గల భూ భాగాలను ఫోటోలు తీయవచ్చు. తెలుపు నలుపు ఫోటోలవలె కాకుండా, రంగు ఫోటోలు భూభాగాల సహజమైన రంగులను మాపించటం వల్ల నీటి వనరులను శిలా మార్పు దశలను సులభంగా గుర్తు పట్టవచ్చు. ఇదేకాక బహువర్ణపట ఫోటోలు, ఆర్థో ఫోటో (మాన చిత్రము వంటి ఫోటో), స్టేరియో ఫోటో పద్ధతుల ఆవిష్కరణతో ఈ పద్ధతి బహుళ ప్రాచుర్యములోకి వచ్చింది.

వాయు వాహక ఫోటోగ్రఫీ - రేఖీయ శిలా నిర్మితుల ప్రవృత్తులను, శిలావిన్యాస స్వరూపం - తెలిపే పరివాహన నమూనాల సర్వేక్షణలలోను, స్థలాకృతి మానచిత్రాల తయారీలలోను, విస్తారంగా వాడబడుతున్నది.

(c) ఏ వస్తువు ఉష్ణోగ్రతయైనా నిరపేక్ష ఉష్ణోగ్రత ( $-450^{\circ}$  ఫారెన్ హీటు లేదా  $-273^{\circ}$  సెంటిగ్రేడ్) కంటే ఎక్కువ ఉన్నప్పుడు ఆ వస్తువు ఉష్ణశక్తిని విద్యుదయస్కాంత తరంగ (ఉష్ణ పరారుణ వికిరణ) రూపంలో విడుదల చేస్తుంది. అట్టి శక్తి వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత యొక్క నాల్గవ ఘాతశక్తి యొక్క అనుపాతంలో ఉంటుంది. ఈ విధంగా విడుదలయిన శక్తి 31-5, 8-14, మైక్రానుల తరంగ దైర్ఘ్యాలలో వాతావరణంలో తక్కువ హరింపబడుతుంది. అందువల్ల ఈ తరంగ దైర్ఘ్యాలలో ఈ శక్తిని రేడియో మీటరులనబడే సాధనాలవల్ల గాని, పరారుణ శక్తిని రికార్డు చేయ గల పిల్చులున్న కెమేరాల ద్వారా గాని కొలవ వచ్చు.

(60)

ఈ ఉష్ణ పరారుణ కొలతలు, ఉష్ణ ఆసంగతు లను కొలవటం ద్వారా భూభౌతిక శాస్త్రంలోనే కాకుండా మృత్తికలోని ఆర్థోగ్రాఫ్ కొలవడానికి, పరివాహన నమూనాలను తయారుచేయడానికి, భూగర్భ జల ప్రవాహాల పరిశీలనలోను, స్వచ్ఛ - లవణ జలాల స్పర్శా చిత్రతయారీలోను, ఎంతో ఉపయోగ పడు తున్నాయి.

(d) స్వతః సిద్ధంగా 0.1mm - 3cm తరంగ దైర్ఘ్యాలలో వెలువడే ఉష్ణశక్తిని నిక్షిప్తీకరణక మైక్రో తరంగ రాదారు పద్ధతుల ద్వారా కనుగొన వచ్చును. శోధింపబడే వస్తువు మైక్రో తరంగ రాదారు గ్రాహకము యొక్క పరిధిలోకి వచ్చి నప్పుడు, గ్రాహకము యొక్క 'దృశ్య ఉష్ణోగ్రత' మారి, ఆ వస్తువు యొక్క ఉనికిని తెలుపుతుంది. ఈ పద్ధతులు తీరభూముల మానచిత్ర తయారీ లోను, అగ్నిపర్వత ఉష్ణజ్వాలాక్రియలలోను వాడబడుతున్నవి.

## 1. 2. క్రియాత్మక పద్ధతులు

A. వాయు వాహక భూభౌతిక సర్వేక్షణము, పరామితి కొలతలు.

రాదారు (లేక రేడియో నిర్దేశన పద్ధతి) పద్ధతు లలో ఒక ట్రాన్స్మిటరుద్వారా విద్యుదయస్కాంత శక్తిని షణ్ణిక స్పందన రూపంలో ప్రసారం చేస్తారు. ఈ శక్తి, నిర్ణీత దశలో, ఏదైనా శోధించ బడే వస్తువును తగిలి, తిరిగి ట్రాన్స్మిటరు దగ్గరకు వస్తుంది. ఈ పద్ధతులలో ఈ విధమైన క్రియకు పట్టే మొత్తం కాలాన్ని కొలుస్తారు. దీనివల్ల వస్తువు యొక్క ఉనికిని కనుగొన వచ్చును. ఈ పద్ధతులను గురించిన ముఖ్య విషయాలు ఈ క్రింది విధంగా చెప్పవచ్చును.

(i) ఈ పద్ధతులలో విద్యుదయస్కాంత తరంగ పౌనఃపున్యాలు 30 నుంచి 500 మెగాహెర్ట్స్ వరకు ఉంటాయి.

(ii) ప్రాథమిక విద్యుదయస్కాంత స్పంద

కాలము తక్కువగా ఉండాలి. సాధారణంగా 10 నుండి 100 మీటర్ల లోతునగల విద్యుదయస్కాంత పరావర్తన సరిహద్దులను కనుగొనటానికి ఈ కాలము 0.1 నుండి 1 మైక్రో సెకండు ఉండాలి.

(iii) భూమిలో ఆవరించి ఉన్న శిలల విశిష్ట విద్యున్నిరోధము,  $10^3 - 10^5$  ఓమ్ మీటర్లు ఉన్నప్పుడు, 100 నుండి 1000 మీటర్ల లోతున ఉన్న లవ్వాలను గుర్తించవచ్చు.

(iv) సాధారణంగా రాదారు శక్తి కొన్ని పదులు లేక వందల వాట్లలో ఉండాలి.

పార్శ్వ వాయు వాహ రాదారు (SLAR)ను అన్ని కాలాల్లోను వాడవచ్చును. ఈ రాదారు వల్ల మొక్కలతో కప్పబడి ఉన్న విళాల భూభాగాలను త్వరగా చిత్రీకరించవచ్చు. ఈ రాదారువల్ల లభించే చిత్రాలు తెలుపు నలుపు ఫోటోవలె ఉంటాయి.

ఈ పార్శ్వ వాయు రాదారు, మానచిత్రాల తయారీలోను, రేఖీయ శిలా నిర్మితుల చిత్రణలోనూ విస్తారంగా వాడబడుతున్నది.

B. వాయువాహక విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు :-

ఏదైనా విద్యుద్వాహక వస్తువు ఒక విస్తృత కాలంలో చలించుతున్న విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉన్నప్పుడు ఆ వస్తువులో, ఆదే పౌనఃపున్యముతో చలించుచున్న విద్యుత్తు జనిస్తుంది. విద్యుత్వల్ల ఏదైనా ప్రదేశంలో ప్రాథమిక విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రంతో పాటు ఇంకొక (ఆదే పౌనః పున్యంలో చలించుచున్న) విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రం కూడా ఉంటుంది. కాని ఈ రెండు క్షేత్రాల మధ్య కొంత కాల భేదం (Phase) ఉంటుంది. భూమి ఉపరితలంపై కాని, ఆకాశంలో కాని ఈ మొత్తం (ప్రాథమిక క్షేత్రం + రెండవ క్షేత్రం) విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రం యొక్క అంశాలను ఒక తీగ చుట్ట ద్వారా కొలవ వచ్చును.

ఈ ప్రాథమిక క్షేత్రం స్వతస్సి నిర్ణయించబడిన కాలము. లేక ప్రత్యేకంగా వెలువరించబడిన కాలము కావచ్చును. ప్రాథమిక క్షేత్రం, కాలంలో హఠాత్తు కంగా కాని, క్షణిక స్పంద రూపంలో కాని మారవచ్చును.

వాయువాహక విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులలో ప్రత్యేకంగా విద్యుదయస్కాంత శక్తిని విడుదల చేసే ట్రాన్స్మిటరును భూమిపైగాని, విమానాలలోగాని, ఉంచవచ్చును. కొలిచే గ్రాహకం ఎప్పుడూ విమానంలో ఉంచబడుతుంది. ట్రాన్స్మిటరు కూడా విమానంలో ఉంచినప్పుడు దానిని గ్రాహకానికి కొంత దూరంలో గట్టిగా కట్టవచ్చును. లేదా ట్రాన్స్మిటరును విమానంపైఉంచి గ్రాహకాన్ని ఒక తీగ ద్వారా విమానం నుండి వేలాడ తీయవచ్చును. ఏ పద్ధతిలోనైనా ఈ తీగ చుట్టలను వివిధ రకాలైన దిశలలో ఉంచవచ్చును.

ప్రాథమిక క్షేత్రాన్ని ఒక తీగచుట్టలోనికి గాని లేదా భూమిలో రెండుచివరలు పాతిన ఒక తీగలోనీ కాని, కాలంలో మారుతున్న విద్యుత్తును ప్రసారం చేయడం ద్వారా జనింపజేస్తారు. దీని పౌనఃపున్యం సాధారణంగా కొన్ని వందల నుండి కొన్నివేల హెర్ట్స్ వరకు ఉంటుంది. విద్యుదయస్కాంత క్షేత్ర అంశాలను ఇంకొక తీగ చుట్టలో జనించిన విద్యుత్ రూపంలో రికార్డు చేస్తారు.

ఈ విద్యుత్ అయస్కాంత క్షేత్ర అసంగతి, ఆ ప్రదేశంలోని వస్తువుల విద్యుద్వాహకత, లోతు, మనవరిమాణంపై ప్రాథమిక క్షేత్రంతీవ్రత, పౌనఃపున్యము, దిశ, మొదలైన వాటిపై ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ విధంగా లభించిన అసంగతులను ఇదివరకే సామాన్య రూపాలున్న వస్తువులపై గుఱించిన విద్యుదయస్కాంత అసంగతులలో పోల్చి కాని, ఆ అసంగతుల యొక్క కొన్ని భాగాలను విశ్లేషించి కాని, ఆ ప్రదేశంలో ఉన్న భూ విన్యాసాలను తెలుసుకొనవచ్చును.

వాయువాహక విద్యుదయస్కాంత పద్ధతుల విద్యుద్వాహక రేఖీయ, నిర్మితుల అక్షాంశమును (ద్రోణాలు హీనమందలాలు మొదలైనవానిని)



కనుగొనటంలోను, విద్యుత్ వాహక ఖనిజాల ఉనికిని, వాటి పరామితులను, ప్రత్యక్షంగా కనుగొనటంలోను, భౌమమాన చిత్రణకు భూగర్భ జలాన్వేషణలోను, విస్తారంగా వాడబడుతున్నాయి.

## II. శక్తి క్షేత్రాల కొలతలు :

### వాయువాహ అయస్కాంత పద్ధతులు

భూ అయస్కాంత క్షేత్ర అంశాలను ఎక్కువ సూక్ష్మ గ్రాహ్యత గల్గిన 'ప్లక్స్ గేటు', ప్రొటాను తిరుగుడు, కాంతి ఉత్తేజిత మాగ్నటోమీటర్లను విమానాలు, హెలికాప్టర్లు, రాకెట్లు మొదలైన వాటిలో వాడి, భూమికి కొంత ఎత్తున ఒక ప్రొటైలు పొడవునా రికార్డు చేయవచ్చును. ఈ విధంగా రికార్డు చేసిన అంశం ( $H_h$ ) ఈ క్రింది భాగాలను కలిపి ఉంటుంది.

$H_h = H_{\text{భూ}} + H_{\text{e}} + H_{\text{d}} + H_{\text{a}} + SH$   
ఇందులో  $H_{\text{భూ}}$  - ఒకే రీతిగా అయస్కాంతీకరణము చేయబడిన భూమి (గోళాకారముగా ఉపించి నప్పుడు) వలన వచ్చే అంశము,  $H_{\text{e}}$  - భూమిలో నున్న కొన్ని అసంగతి అయస్కాంతీకరణ భాగాల ద్వారా వచ్చు అంశము.  $H_{\text{d}}$  - ఉపయోగకరమైన అసంగతులవలన వచ్చే అయస్కాంత క్షేత్రము;  $H_{\text{a}}$  - భూమివల్ల కాక బాహ్య క్షేత్రాల వచ్చే అంశము; మరియు  $SH$ -తక్కువ ఆవృతకాలాలు గల అయస్కాంత క్షేత్రమార్పులు.

ఇంకా అతి ముఖ్యమైన  $H_{\text{d}}$  అంశము మరల రెండు భాగాలుగా ఉంటుంది.

$$H_{\text{d}} = H_{\text{d, ప్రా}} + H_{\text{d, స్థా}}$$

$H_{\text{d, ప్రా}}$  భాగము విస్తార భూభాగాలలో ఎక్కువ లోతులోని అయస్కాంత అసంగతులను సూచిస్తుంది. దీనిని ప్రాదేశిక (Regional) అసంగతి అంటారు.  $H_{\text{d, స్థా}}$ , అంశము కొద్ది భూ భాగాలలో ఎక్కువ లోతులోని అయస్కాంత అసంగతులను సూచిస్తుంది. దీనిని స్థానిక అసంగతి (Local anomaly) అంటారు.

ప్లక్స్ గేటు మాగ్నటోమీటరు సుపయోగించి దాని అంతర్భాగమైన 'ఫెర్రైటు' యొక్క అయస్కాంత ధర్మాల్లో భూ అయస్కాంత

క్షేత్రంవల్ల కల్గే మార్పును కనుగొనటం ద్వారా, అయస్కాంత క్షేత్ర అంశాలను రికార్డు చేయవచ్చును. ప్రొటాను మాగ్నటోమీటర్లలో భూ అయస్కాంత క్షేత్రం ఆ మాగ్నటోమీటర్లలోని గ్రాహకమందలి పదార్థం యొక్క ప్రొటాను పెసిషను (తిరుగుడును) లో తెచ్చే మార్పులను ఆ క్షేత్రం అంశాలను కొలవటానికి ఉపయోగిస్తారు. కాంతి ఉత్తేజిత మాగ్నటోమీటర్లలో భూ అయస్కాంత క్షేత్ర అంశాలను, ఒక వాయువాహన మట్టంలోని పంచని సాంద్రతగల వాయువులోని అణువులలో ఆ క్షేత్రంవల్ల కల్గే శక్తిమార్పులను గుర్తించడం ద్వారా రికార్డు చేస్తారు.

సాధారణంగా గ్రాహకాన్ని ఒక రీగ ద్వారా విమానం నుండి వ్రేలాడ దీస్తారు. కొన్ని గ్రాహకాలను విమాన పృష్టభాగంలో బిగిస్తారు. రికార్డు చేసే పరికరాలు విమానంలో ఉంచబడతాయి.

వాయువాహ అయస్కాంత సర్వేక్షణలు భౌమ మాన చిత్రపట తయారీలకు, ఆధార శిలాసర్వేక్షణలకు, అయస్కాంత ఖనిజాల సర్వేక్షణలకు, ఇంకా శిల వివ్యాసాల వివరణలకు ప్రపంచ మంచవలది విస్తారంగా వాడబడుతున్నాయి.

గురుత్వాకర్షణాంశాలను ప్రయోగాత్మకంగా వాయువాహ నౌకల ద్వారా కొంచినప్పటికీ, కొన్ని అవరోధాలవల్ల ఇంతవరకు ఖనిజాన్వేషణకై సవరి కృతంగా వాడబడలేదు.

సాధారణంగా వాయువాహ సర్వేక్షణలు ఏటా విజ్ఞాన సమస్య పరిష్కారణానికైనా సంకీర్ణంగా వాడబడతాయి. ఈ రోజుల్లో విద్యుదయస్కాంత, భూ అయస్కాంత, రేడియోధార్మిక సర్వేక్షణలు ఏక కాలములో ఒకే వాయువాహక నౌక ద్వారా విస్తారంగా (i) ఖనిజ సర్వేక్షణకు, (ii) భౌమ మాన చిత్రపటం తయారీకి (iii) నిర్దిష్ట సర్వేక్షణకు, (iv) అంతర్జలాన్వేషణకు, సవరి కృతంగా వాడబడుతున్నాయి.

(శ్రీ). ఇల్లిందల వృగు రామప్రసాదరావు

# XIV

## 219. వాతావరణ శాస్త్రం, సముద్ర విజ్ఞానశాస్త్రం

### భూమిక

విజ్ఞాన దీపిక రెండవ భాగంలోని విజ్ఞానశాస్త్ర శాఖ క్రింద చేర్చబడినవే వాతావరణ శాస్త్రం. సముద్ర విజ్ఞాన శాస్త్రమున్ను. వీనిలోని వివిధ అంశాలపై వ్యాసాలను రచించ వలసిందిగా ఆయా శాస్త్రాలలో ఆవిరళ కృషిచేసి ఎంతో ప్రావీణ్యం సంపాదించి, ప్రపంచ విఖ్యాతి గడించిన ప్రముఖులను కోరడం జరిగింది. కొంత విలంబన జరిగినా వారు తమ అమూల్య కాలాన్ని వినియోగించి వ్యాసాలను వ్రాసి పంపించారు.

ఈ వ్యాసావళిలో మొదటి నాలుగున్ను వాతావరణ శాస్త్రానికి చెందినవి. మిగిలినవి సాగర విజ్ఞానానికి సంబంధించినవి. డాక్టర్ కోటిశ్వరం తమ వ్యాసంలో వాతావరణ శాస్త్ర చరిత్రను స్థూలంగా వివరించి, యీనాడు ఏవిధంగా ఆ శాస్త్రం అభివృద్ధి చెందుతున్నదో చర్చించారు. ఆత్మాధునిక పరికరాలయిన రాడార్, కంప్యూటర్లతో, పాటు కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు కూడ ఏవిధంగా వాయుమండల అన్వేషణ, పరిశోధనా కార్యక్రమాలలో ఉపయోగపడుతున్నాయో, వానివలన మనం పొందగలుగుతున్న ప్రయోజనాలేమిదో కూడ వారు

ప్రస్తావించి భవిష్యత్తులో ఈ శాస్త్రపురోగతి ఏవిధంగా ఉంటుందో సూచించారు.

శీతోష్ణస్థితిపై డా॥ పద్మనాభమూర్తిగారి వ్యాస రచన సంప్రదాయ పరంగా సాగింది. శీతోష్ణస్థితి శాస్త్రం యొక్క ప్రధాన లక్ష్యం, ఈ శాస్త్రాధ్యయనంలోని వివిధ శాఖలు, వాటి వాటి ప్రయోజనాలు ఇందులో విశదీకరింప బడ్డాయి. అనువర్తిత శీతోష్ణస్థితి శాస్త్రంలో నేడుజరుగుతున్న పరిశోధనా కృషి, శీతోష్ణస్థితి రీతులు, వానిలో సంభవించే మార్పులు, ఈ ప్రక్రియలలో మానవుని పాత్ర మొదలైన అసక్తిదాయక విషయాలను, డా॥మూర్తిగారు వివరించారు.

వాతావరణంలోని అలజడులు అనే తమ వ్యాసంలో డా॥ సుదర్శన్ పంత్, వాయుమండలపు సామాన్య భౌతిక స్థితి, అది అనునిత్యమూ చెందే మార్పులు, వానికిగల కారణాలు చర్చించారు. మన జీవన స్థితిగతులకు అత్యంత ప్రధానమైన ఈ అలజడులను ముందుగానే సూచించగల విజ్ఞానాన్ని సముపార్జించడానికి ప్రపంచ దేశాలు చేస్తున్న

నిరంతర కృషిని, దీనిలో భారతదేశపు పాత్రను  
డా॥ పంత్ వివరించి చెప్పారు.

డా॥ అనంత రామశాస్త్రిగారి వ్యాసం భారత  
దేశం యొక్క, పరిసర ప్రాంతాల యొక్క శీతోష్ణ  
స్థితిని వర్ణిస్తుంది. ప్రతీదినమూ వారావరణంలో  
కలుగుతుండే మార్పులను తెలుసుకోడానికి, వాటి  
సంభవాన్ని ముందుగా సూచించడానికి ప్రయత్నించే  
ముందు, ఈ సామాన్య శీతోష్ణస్థితులను ఖుణ్ణంగా  
అవగాహన చేసుకోవాలి. ఋతు పవన ప్రాధాన్యం  
గల మన దేశంలోని వివిధ శీతోష్ణస్థితుల విస్తరణ,  
వేర్వేరు ఋతువులలో వాటిలో కలిగే మార్పులు,  
మన దైనందిన జీవితం మీద వాటికి గల ప్రభావం,  
మొదలైన అంశాలన్నీ యీ వ్యాసంలో పొందు  
పరచబడి ఉన్నాయి.

మనని ఆవరించి ఉండే వాయుమండలం మాదిరే  
మన పరిసరాలలోని సముద్రాలకు కూడ మన  
జీవన విధానాలపైన, అనేక నిత్యకార్యకలాపాలపైన  
ఎంతో ప్రభావం ఉంది. వారావరణాన్ని, శీతోష్ణ  
స్థితులను ప్రభావితం చేయడమే గాకుండా సము  
ద్రాలు మనకు ఎన్నో యితర విధాల సహాయపడు  
తున్నాయి. గడచిన కాలాలలోవలె కేవలం ఉప్పు  
తయారీకి, మత్స్యసేకరణకు, రవాణా సదుపాయా  
నికే గాకుండా సాగరజలాలకు, సముద్రాలకు  
గల అనేకయితర ప్రయోజనాలను యిటీవలి పరిశో  
ధనలు వెల్లడిచేశాయి. సముద్రాలలోని జీవజాలాలు,  
ఆహార సంపద, ఖనిజ నిక్షేపాలు, సముద్ర  
తరంగాలలోని నిగూఢ శక్తులు, ఇవన్నీ నేటి మన  
సాగర విజ్ఞాన పటిమకు నిదర్శనాలు. మనదేశ  
భద్రతా పరిరక్షణకు సముద్రాల భౌతిక అన్వేషణ  
ఎంతో అవసరం. ఈ దృష్ట్యా సాగర విజ్ఞానశాస్త్రం  
అభివృద్ధి అవుతున్న తీరు, సమీప భవిష్యత్తులో ఈ  
విజ్ఞానంలో కలుగ నున్న మార్పులు, వీటివలన  
మనకు, మన దేశానికి సమకూర నున్న ప్రయోజ

నాలు సాగర విజ్ఞానానికి సంబంధించిన వ్యాసంలో  
వివరించబడ్డాయి.

ఆచార్య మానుమంతరావుగారి రచన జై విక్  
సముద్ర విజ్ఞానానికి మాత్రం పరిమితమైనది. సముద్రా  
లలోని వివిధ భాగాలు, వాటి భౌతిక పరిస్థితుల  
ననుసరించి పెంపొందే జీవాలు, అవి మనకు  
చేకూర్చగల ప్రయోజనాలు ఆ వ్యాసంలో స్థూలంగా  
చర్చించడం జరిగింది. నేలపై ఆహార సంపాదన  
కొరవడి పోతున్నదని ఆందోళన చెందుతున్న  
ప్రపంచానికి, సముద్రాలు అశేష ఆహార వనరులను  
అందివ్వగలవనిన్నీ ఇందు నిమిత్తమై సముద్రాల  
జైవిక అన్వేషణ, తత్సంబంధమైన విజ్ఞాన సము  
పార్జన అత్యంతావశ్యకమనిన్నీ ఆచార్య మాను  
మంతరావు గారు ఉపశమన వాక్యాలు పలుకుతూ  
సూచించారు.

భూమి ఉపరితలం ఎంత క్లిష్టమైనదో సముద్ర  
గర్భం కూడ అంతకు ఎన్నోరెట్లు క్లిష్టతరమైనది.  
అగాధాలలో యిమిడి ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపాలకే గాక  
నేడు యావత్ ప్రపంచాన్ని కలవర పెడుతున్న  
చమురు అన్వేషణకు కూడ సముద్ర గర్భ విజ్ఞానం  
ఎంతో అవసరం. ఈ శాస్త్ర అధ్యయనంతో పాటు,  
నేడు నూతన పంథాలో జరుగుతున్న పరిశోధనా  
విషయాలను కూడ ఆచార్య పూర్ణచంద్రరావు,  
డా॥ సుబ్బారావుగారు తమ వ్యాసంలో వివ  
రించారు. ఈ విషయంలో భారతదేశపు సాధనా  
కృషి, ప్రపంచ రంగంలో మన దేశపు స్థానము,  
పాత్ర, ఇతర అభివృద్ధి కార్యక్రమాలలో మన  
కర్తవ్యం మొదలైన అంశాలను రచయితలు పేర్కొ  
న్నారు.

డా॥ వరదాచారిగారి భౌతిక సాగర విజ్ఞాన  
శాస్త్ర రచన- సముద్ర జలాలు, వాటి భౌతిక  
ధర్మాలు, సముద్ర జలాల ఊర్జ్వ, అభోగమన  
రీతులు, ఉపరితలం మీదను, అంతర్భాగాలలోను

నిత్యమూ సాగే ప్రవాహ వేగాలు, దిశలు మొదలైన-  
అనేక ఆసక్తిదాయక విషయాలకు సంబంధించినది.  
మన పరిసర సాగర శాఖలైన బంగాళాఖాతం,  
ఆరేబియా సముద్రాలతో పాటు సమీపజలార్ణవ  
మైన హిందూ మహాసముద్రం గురించి కూడ  
యిటీవలి అంతర్జాతీయ అన్వేషణ కార్యక్రమాలలో  
వెల్లడైన నూతన వివరాలను డా॥ ఆచారిగారు  
చర్చించారు. మన దేశపు తీరప్రాంత వాతావరణ  
శీతోష్ణస్థితులపై, సాగర భౌతిక ధర్మాలకు వాటి  
విభేదాలకు గల ప్రభావ వివరణ యీ వ్యాసంలోని

ప్రత్యేకత. దేశ పరిరక్షణ పథకాలలో సముద్ర  
భౌతిక విజ్ఞానానికి గం ప్రాముఖ్యాన్ని కూడ  
యిందులో ప్రస్తావించడం జరిగింది.

ఈ వ్యాసాలు చదువరులకు విజ్ఞాన వికాసాన్ని  
కలుగజేయడమేగాక నూతన విషయాలపై ఆసక్తిని  
కూడ జనింపజేయ గలవని ఆశించవచ్చు.

ఆచార్య వారణాసి పాఠ్యశీ సుబ్రహ్మణ్యం.

## 220. వాతావరణ శాస్త్రము-తొలిపలుకు

శాస్త్రీ యముగా వాతావరణ శాస్త్ర పరిశోధనలు  
మొదలు పెట్టినది వంద సంవత్సరముల క్రితమే.  
అంతకు ముందు వాతావరణ పూర్వ నిర్దేశాలను  
జ్యోతిశ్శాస్త్రముగా చాలా దేశములలో పరిగణించే  
వారు. ఇప్పటికినీ, మన పంచాంగకారులు సూర్యుడు,  
చంద్రుడు, ఇతర గ్రహాలు ఖగోళంలో ఉన్న స్థానా  
లను బట్టి దేశములోని పలు భాగాలలోని వర్షపాత  
పరిస్థితులను సూచిస్తున్నారు. క్రీస్తు అనంతరము  
5వ శతాబ్దములో వరాహమిహిరుడు సమకూర్చిన  
బృహత్ సంహితలో వాతావరణ పూర్వనిర్దేశ  
విధానములను గురించి అనేక వివరములు తెలియ  
జరచబడి యున్నవి.

### 2. శాస్త్రీయ పద్ధతుల ప్రారంభం :

19 శ.లో క్రిమియా యుద్ధములో ప్రాచీన  
యుద్ధనావలు తుఫానులకు గురియై మునిగిపోయి  
నవి. ప్రాచీన ప్రభువు నెపోలియన్ సుప్రసిద్ధ ఖగోళ  
శాస్త్రజ్ఞుడు లావెరియర్ ను పిలిచి అటువంటి తుఫా  
నుల రాకను ముందుగా తెలుసుకొనే విధానాన్ని  
కనిపెట్టుమని ఆదేశించాడు. లావెరియర్ యూరపు

ఖండములో అనేకచోట్ల వాతావరణ ప్రేక్షణాలను  
(Meteorological Observations) సేకరించి  
ఆ ఖండముపై వచ్చు తుఫానులు ఒక చోటినుండి  
మరొక చోటుకు ప్రయాణము చేయు వాతావరణ  
సంక్షోభాలనీ, అవి గాలి ఒత్తిడి తగ్గడం వలన  
ఏర్పడే చక్రవాతములు (Depressions) అని, అందు  
వలన మబ్బులు, వాన, తీవ్రమైన గాలులు వస్తాయని  
తెలుసుకున్నాడు. ఇదే శాస్త్రీయ వాతావరణ  
పరిశోధనలకు నాంది.

### 3. అంతర్జాతీయ సహకారము :

1878 వ సంవత్సరం ఆస్ట్రీయాలోని వియన్నా  
నగరంలో పలుదేశాల వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు సహ  
వేళమై వారి వారి దేశాలలో వాతావరణ ప్రేక్షణాల  
నిర్ణీత కాలములో, ఒకే విధముగా జరిపి, డిలీ  
గ్రాముల ద్వారా, పరస్పర దేశాల వాతావరణ  
కేంద్రాలకు పంపించడానికి ఒప్పందం చేసు  
కున్నారు. అప్పుడే అంతర్జాతీయ వాతావరణ  
వ్యవస్థ ( International Meteorologi -  
cal Organisation - I.M.O.) స్థాపించడం జరి

గింది. మనదేశములో భారత వాతావరణ శాఖ. (India Meteorological Department) ను 1875వ సంవత్సరములో స్థాపించినారు. భారత దేశము అంతర్జాతీయ వాతావరణ సంస్థ సభ్యత్వమును గడించినది. ఈ సంస్థ సహకారముతో భూగోళ మంతటా వాతావరణ వేధశాలలు నెలకొల్పబడి ప్రేక్షణ ప్రసారములు టెలిగ్రాముల ద్వారాను, రేడియో, ద్వారాను ప్రపంచములోని అనేక వాతావరణ కేంద్రములకు అందజేయడం ప్రారంభమైంది.

#### 4. ప్రపంచ వాతావరణ సంస్థ :

(World Meteorological Organisation - W. M. O.)

రెండవ ప్రపంచ యుద్ధానంతరము, ఐక్యరాజ్య సమితిని స్థాపించిన పిదప అంతర్జాతీయ వాతావరణ సంస్థ (I.M.O.) ను ప్రపంచ వాతావరణ సంస్థ (W.M.O.) గా మార్చినారు. ఐక్యరాజ్య సమితియొక్క పాంకేతిక సంస్థలలో ఇది ఒకటి. ఈ సంస్థలో ప్రపంచము లోని పలు ప్రముఖ దేశాలవారు సభ్యులు, ప్రస్తుతం ఈ దేశాల సంఖ్య 139. ఈ సంస్థ సహకారముతో ప్రపంచమంతటా వాతావరణ వేధశాలలను ఎక్కువ చేయడం, క్రొత్త యంత్రాలను ఉపయోగించడం, నౌకల నుండి, విమానాల నుండి, ప్రేక్షణలు సేకరించి రేడియో ద్వారా వాతావరణ కేంద్రాలకు అందజేయడం జరుగుచున్నది. 1980 ఏప్రిల్ ఒకటవ తేదీన వాతావరణ ఉపగ్రహాన్ని అమెరికా వారు అంతరిక్షంలోనికి పంపినారు. ఆపటినుండి అమెరికా, రష్యా దేశాలు పంపించే ఉపగ్రహాల వలన భూమిపైన మేఘమండలాల చిత్రాలు, ఇతర వాతావరణ ప్రేక్షణాలు, వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు గ్రహించ కలుగుచున్నారు. ప్రేక్షణలు, అన్ని దేశాలకు అందజేయడంలో ఈ W.M.O. సంస్థ చాల సహాయపడుచున్నది.

#### 5. అంతర్జాతీయ సహకారము :

(International Co - operation)

1968 వ. సంవత్సరములో ప్రపంచ వాతావరణ సంస్థ, ప్రపంచ వాతావరణ నిరీక్షణ (World Weather Watch - W.W.W) పథకాన్ని అమలులోనికి తెచ్చినది. ఈ పథకము ప్రకారము మూడు ప్రపంచ వాతావరణ కేంద్రాలు (World Meteorological Centres) వాషింగ్టన్ (అమెరికా), మాస్కో (రష్యా), మెల్బోర్న్ (ఆస్ట్రేలియా) నగరాలలోను, 18 ప్రాంతీయ వాతావరణ కేంద్రాలు (Regional Meteorological Centres) ప్రపంచంలోని ఇతర ముఖ్య నగరాలలోను స్థాపించడం జరిగినది. ఢిల్లీ వాతావరణ కేంద్రము దక్షిణ ఆసియా ఖండానికి ప్రాంతీయ వాతావరణ కేంద్రముగా నియమితమైనది. ఒక్కొక్క వాతావరణ కేంద్రానికి అనుబంధముగా ప్రాంతీయ సమాచార కేంద్రము (Regional Telecommunication Hub) ను ఏర్పరచి, ఆయా భూభాగాలపై సేకరించిన వాతావరణ ప్రేక్షణాలను పరస్పర సమాచారక కేంద్రాలకు రేడియో ద్వారా నంబర ఉప గ్రహాల ద్వారా ప్రసారించడం జరుగుచున్నది. ప్రపంచ మంతటా గల వేలకొలది వేధశాలల నుండి, అంతరిక్షం లోని ఉపగ్రహాల నుండి లభించే ప్రేక్షణాలు అసంఖ్యాకములవడం వలన, వీనిని ఒక వాతావరణ కేంద్రము నుండి ఇంకొక కేంద్రానికి ప్రసారం చేయడానికి కంప్యూటర్ల సాయంతో అతి త్వరిత (High Speed) రేడియో ప్రేక్షక పద్ధతులను ఉపయోగిస్తున్నారు. ఆ ప్రేక్షణాలను విశ్లేషించి వాతావరణ పూర్వానుమానాలను తయారు చేయడానికి కూడా కంప్యూటర్లు ఉపయోగములోనికి వచ్చినవి. మన ఢిల్లీ కేంద్రములో పూర్వానుమానాలను గుణించడానికి I. B. M. 360-44 కంప్యూటరు 1978లో ఏర్పరుచబడినది. 1975 లో సత్వర ప్రేక్షకానికై Phillips D S - 714

కంప్యూటర్లు ఏర్పరిచారు. ఒకకోటి పదహారులక్షలు రూపాయలు ఖరీదుచేసే ఈ కంప్యూటరు ప్రపంచ వాతావరణ శాఖవారి సహకారముతో హాలండు ప్రభుత్వమువారు మన దేశమునకు బహుమతిగా ఇచ్చిరి. దీని సహాయముతో నిమిషానికి 2400 పదములను ప్రసారం చేయవచ్చును. టెలిప్రింటర్లు నిమిషానికి 50 పదములను మాత్రమే ప్రసారం చేయగలుగుతున్నాయి. ఈ W. W. W పథకాన్ని అమలుజరిపి ప్రపంచ వ్యాప్తంగా నిరీక్షణలు ప్రతిదినం గ్రహించడం, కంప్యూటర్ల ద్వారా రానున్న 2, 3, రోజులకు స్వల్ప వ్యవధి పూర్వానుమానాలు (Short range Forecasts), 5-7 రోజులకు మధ్యమ వ్యవధి పూర్వానుమానాలు (Medium range Forecasts), నెలకు పైగా దీర్ఘ వ్యవధి పూర్వానుమానాలు (Long range - Forecasts) ఇప్పడం ప్రగతిశీల దేశాలలో జరుగుచున్నది. మన దేశములోను ఈ కంప్యూటరు ద్వారా పూర్వ నిర్దేశాలను 1973 నుండి తయారు చేస్తున్నారు.

## 6. భౌగోళిక వాయు మండల పరిశోధనా ప్రణాళిక :

W.W.W. పథకానికి అనుబంధముగా W.M.O. వారు అంతర్జాతీయ శాస్త్రీయ విషయాల సమితి (International Council of Scientific Union) సహకారముతో భౌగోళిక వాయుమండల పరిశోధన ప్రణాళిక - గార్ప్ (Global Atmospheric Research Project - G A R P) ను తయారుచేసినారు. ఈ ప్రణాళికలో ఒక ముఖ్య ప్రయోగముగా గార్ప్ అట్లాంటిక్ ఉష్ణమండల ప్రయోగము (Garp Atlantic Tropical Experiment - G A T E)ను 10 కోట్ల డాలర్ల ఖర్చుతోను 1000 శాస్త్రజ్ఞుల సహకారముతోను 1974 వ. సంవత్సరములో జరిపించినారు. అట్లాం

టిక్ మహాసముద్రములో నీటి ఆవిరినుండి మేఘ రాసుల ఉద్భవం, వానిలోని ఉష్ణత వలన గాలిలో కలిగే పరివర్తనాలు, మొదలగు శాస్త్రీయ సమస్యలను పరిశోధన చేయడం, ఈ ప్రయోగము యొక్క లక్ష్యం. ఇదే విధముగా మన దేశమునకు వానల నిచ్చే ఋతుపవనాలను పరిశోధించడానికి ఋతు పవన ప్రయోగము (Monsoon Experiment - MONEX) అవసరమని 1970 వ. సంవత్సరములో G A R P యోజనా సమావేశంలో భారత దేశ ప్రతినిధి ప్రథమంగా సూచించగా W. M. O. వారు దానిని అంగీకరించి 1978-79 లో G A R P ప్రథమ భౌగోళిక ప్రయోగము (First Garlo Global Experiment F G G E) జరపడానికి నిశ్చయించారు. ఈ విధంగా అంతర్జాతీయ సహకారంతో వాతావరణ శాస్త్ర ప్రగతి అతి త్వరితంగా పురోగమిస్తున్నది.

## 7. వాతావరణ పరిశోధనలో రాడార్లు (Radars), ఉపగ్రహాల (Satellites) ఉపయోగము :-

రెండవ ప్రపంచ యుద్ధానంతరం వాతావరణ శాస్త్రంలో అత్యధిక ప్రగతి లభించినది. ఈ ప్రగతి ముఖ్యంగా రేడియో ప్రసార వాతావరణ యంత్రాలు (Radio Meteorological Instruments), రాడార్లు, వాతావరణ ఉపగ్రహాలు (Meteorological Satellites), కంప్యూటర్లు (Computers) ఉపయోగం లోకి రావడంవల్ల ఏర్పడినది. రేడియో ప్రసార యంత్రాల ద్వారా ఎప్పుడీకప్పుడు గాలిలో ఎంతో ఎత్తువరకు ప్రేక్షణాలను గ్రహిస్తున్నారు. రాడారు సహాయముతో తుఫానులు, పుంజు వాదువ మేఘములు (Cumulonimbus Clouds), మొదలగు వాతావరణ సంక్షోభాలను కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల దూరములో ఉండగానే కనిపెట్టి ప్రజలకు, నావలకు, వైమానికులకు హెచ్చరికలు

ఇస్తున్నారు. వాతావరణ ఉపగ్రహాలను ఉపయోగించి ప్రపంచమంతటా మేఘచిత్రాలను ఎప్పటికప్పుడు సేకరించి సముద్రాలపై చెలరేగే తుపానులను, ఋతుపవన మేఘరానులను, వాయుగుండాలను, మొదలైన వాతావరణ విశేషాలను కనిపెట్టడం, నావికులకు, వైమానికులకు ప్రజలకు హెచ్చరికలు ఇవ్వడం జరుగుచున్నది. ఇటీవలనే నిర్మించ బడిన భూస్థిత ఉపగ్రహాలు (Geostationary Satellites), సముద్రముపై నుండి తుపానులను గంట గంటకూ కనిపెడుతూ వాని చిత్రపటాలను భూమిమీదికి ప్రసారం చేయుచున్నవి. ఇందు మూలముగా ఈ తుపానుల పరివర్తనపై, పుట్టడం నుండి గిట్టడం వరకు, పరిశీలనలు జరుగుచున్నవి. ఉపగ్రహాల సాయముతో సముద్రపు నీటి శీతోష్ణ పరిస్థితులను అన్ని సముద్రాల పైనను కనిపెట్టుచున్నారు. వాయు మండలములో 50 కి.మీ ఎత్తువరకు ఉష్ణత, తేమ, ఓజోను పరిమాణాలు కూడా ఈ ఉపగ్రహాల సాయముతో ప్రపంచమంతటా పరిశీలించ బడుచున్నవి. క్రిందటి 2, 3, సంవత్సరములలో జరిగిన పరిశోధనల వలన ఉపగ్రహముల నుండి మైక్రో రేడియో తరంగముల (Micro Waves) ద్వారా సముద్రముపై రేగే తుపానుల నుండి, ఇతర మేఘ సముదాయాల నుండి-ఎంతెంత వర్షం కురుస్తున్నదో కనుగొనవచ్చునని కూడా ఋజువైనది.

8. కంప్యూటర్లు (Computers) తో వాతావరణ అనుకరణ, పూర్వానుమానాలు:

గత రెండు దశాబ్దాలలో కంప్యూటర్ల వినియోగము వాతావరణ శాస్త్ర త్వరిత ప్రగతికి దోహదము కలుగజేసినదని చెప్పవచ్చును. కంప్యూటర్ల ద్వారా లక్షల కొలది ప్రేక్షణాలను త్వరిత గుణించడమే కాక, వాతావరణ పరిస్థితులను అనుకరణ (Simulate) చేయడానికి కూడ వీలవుతుంది. దిన

దినము భూమిపైన పడుచున్న సూర్యరశ్మి వలన భూతలము పైన, సముద్రము మీద, గాలిలోను, ఎటువంటి మార్పులు కలుగుచున్నవో, ఈ కంప్యూటరు అనుకరణలను ఉపయోగించి ప్రయోగములు చేస్తున్నారు. ఇటువంటి ప్రయోగములు వాతావరణములో కలుగబోయే మార్పులను యథాతథంగా నిరూపించడం గొప్పవిశేషము. కంప్యూటర్ల సహాయంతో వాతావరణ పూర్వానుమానాలను గుణించడం ప్రగతి చెందిన దేశాలలో మామూలయినది. మనదేశములో కూడ కంప్యూటరు పూర్వానుమానాలు 1973 నుండి మొదలు పెట్టినారు. కంప్యూటర్ల ఉపయోగము వలన వాతావరణ పూర్వానుమానాలను శాస్త్రీయంగాను, నిశితంగాను, విశ్వసనీయంగాను, ఇవ్వడానికి వీలు కలిగిందని ఇదివరకే చెప్పియున్నాము.

9. అనువర్తిత వాతావరణ శాస్త్రము (Applied Meteorology)

వాయు మండల పరిశోధన, పూర్వానుమాన పద్ధతులను కనిపెట్టడంలోనే అనువర్తిత వాతావరణ శాస్త్రం రూపొందింది. వాతావరణ ప్రేక్షణాలు, శీతోష్ణ పరిస్థితులను ఉపయోగించి వ్యవసాయము, విమాన యానము, నౌకాయానము, నీటి పారుదల పథకాలు, తదితర పరిశ్రమలలోను, అవసరమైన మార్పులను అవలు పెట్టుటకు, సరికొత్తగా అనువర్తిత వాతావరణ శాస్త్ర శాఖలు (Applied Meteorology Branches) ఉద్భవించినవి. ఆంధ్రదేశపు కోస్తాలో అప్పుడప్పుడు సంభవించే తుపానులు అపారమైన జననష్టము, ధననష్టము కలుగజేయడం అందరికి విదితమే. ఈ తుపానులను ఉపగ్రహాల ద్వారా, రాదార్ల ద్వారా కనిపెట్టి, ప్రజలకు తగు హెచ్చరికలు ఇవ్వడం వలన జననష్టము, ఆరికట్ట బడుచున్నది. ఈ విధముగా వ్యవసాయములోను తదితర పరిశ్రమలలోను, వాతా

వరణ శాస్త్రం మూలాన ఎన్నో ప్రయోజనాలు చేకూరుతున్నాయి.

## 10. వాతావరణ పరివర్తనము :-

(Weather Modification)

గత 30 సంవత్సరముల నుండి వాతావరణములో మార్పులు (Weather modification) తెచ్చుటకు ప్రయత్నములు అగ్రదేశములలో జరుగుచున్నవి. 1947 వ సంవత్సరములో విన్నెంట్ షేవర్ అనే అమెరికన్ శాస్త్రజ్ఞుడు, ఛనీఫ్ వింబిన బొగ్గుపులుసు వాయువు శకలాలను విమానములో నుండి మబ్బులపై వెదజల్లి వాని నుండి మంచు కురిపింప కలిగినాడు. అప్పటి నుండి మేఘముల నుండి వర్షములు కురిపించడానికి సాధనములు కనిపెట్ట బడినవి. సిల్వర్ అయోడైడ్, ఉప్పు మొదలగు లవణ పదార్థాలను మేఘాలలోనికి పుంఖానుపుంఖాలుగా వదిలితే మేఘాల నుండి వర్షాలు కురిపించ వచ్చునని శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టినారు. మన దేశములో ఉప్పు పొడిని ఉపయోగించి మేఘాల నుండి వర్షాలు కురిపించే ప్రయోగములు ఫలవంతముగా జరిగినవి. ఇవి కాక సిల్వర్ అయోడైడ్ ప్రయోగములతో వడగండను మేఘాలలోనే కరిగించి వేయడము, విమానాశ్రయములను

ఆవరించి యున్న పొగమంచులను తుడిచివేయడం వంటి ప్రయోగములలో శాస్త్రజ్ఞులు విజయం సాధించారు.

లోగా జరిగిన వియత్నాం యుద్ధములో అమెరికావారు కృత్రిమ వర్ష ప్రయోగములు జరిపి వరదలు తెప్పించినారని, ఆంధ్రవలన శత్రు సేనల రాక పోకల నరికట్ట కలిగినారని, అమెరికా రక్షణ శాఖవారు 1974 లో ప్రపంచానికి తెలియజేశారు. మహాభారత యుద్ధములో వారుజాత్రము ఉపయోగించినట్లు వ్రాసియున్నా, వారుజాత్రాన్ని ఇతిహాస యుగంలో ప్రయోగించడం ఇదే మొదటి సారి. ఇటువంటి ప్రయోగములను నిషేధించ వలసినదని ఐక్యరాజ్య సమితిని చాలా మంది శాస్త్రజ్ఞులు కోరుచున్నారు.

రానున్న దశాబ్దములో వాతావరణ పూర్వానుమానాలను కొన్ని నెలల ముందుగానే గణించి వ్యవసాయదారులకు ఆర్థిక ప్రణాళికావేత్తలకు అందజేయడమే కాక మనకనుకూలముగా వాతావరణ పరిస్థితులను మార్చి, మానవాభివృద్ధికి శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నిస్తారని విశ్వసిస్తున్నాను.

డా॥ పంచేటి కోటిశ్వరం.

## 221. శీతోష్ణస్థితి

వాతావరణం యొక్క దీర్ఘకాలిక వివరణమే శీతోష్ణస్థితి (క్లైమేట్). "క్లైమేట్" అను ఇంగ్లీషు "పదము కైమ" (Klima) అను గ్రీకుపదము నుండి ఉత్పత్యైనది. కైమ అనగా వాలు అని అర్థము. స్థలము, కాలముల మార్పులపై ఆధారపడి శీతోష్ణస్థితి స్థూల (Macro), స్థానిక (Meso) మరియు సూక్ష్మ (Micro) అని మూడు వర్గములుగా

విభాగింపబడినది. శాస్త్రీయ పద్ధతిలో శీతోష్ణస్థితిని అధ్యయనము చేయుటయే శీతోష్ణ స్థితి శాస్త్రము. బౌతిక శీతోష్ణ స్థితి శాస్త్రము, శీతోష్ణస్థితిలోని వివిధ భేదములకు గల కారణములను విశ్లేషిస్తుంది. అనేక సమస్యల యొక్క ప్రత్యేక నిరూపణ నిర్వహణలకై వాతావరణ అంశాల వినియోగమే అనువర్తిత శీతోష్ణస్థితి శాస్త్రం. ప్రయోజన



ముల ననుసరించి యీ శాస్త్రమింకను ఈ క్రింది విభాగములుగా చేయబడినది: వ్యవసాయక శీతోష్ణ స్థితి శాస్త్రము. (Agricultural Climatology), వాయు రాశి శీతోష్ణ స్థితి శాస్త్రము (Air mass Climatology), విమానయాన శీతోష్ణ స్థితి శాస్త్రము (Aviation Climatology), జీవ శీతోష్ణ శాస్త్రము (Bioclimatology), గతి శీతోష్ణ శాస్త్రము (Dynamic Climatology), వైద్య శీతోష్ణ శాస్త్రము (Medical Climatology), ప్రాకృత శీతోష్ణ శాస్త్రము (Paleo Climatology), అవలోకన శీతోష్ణ శాస్త్రము (Synoptic Climatology), ఊర్ధ్వ మండల శీతోష్ణ శాస్త్రము (Upper Air Climatology) మొదలగునవి.

వికిరణం, పీడనము, ఉష్ణోగ్రత, ఆర్ద్రత, గాలి వేగము, వర్షపాతము, బాష్పీభవనం మొదలగునవి, శీతోష్ణ స్థితి మూలకాలు. ఇవి ఆశాఙ్గము, ఎత్తు, సముద్ర సామీప్యముల ననుసరించి మారతూంటాయి. కర్కాటక రేఖ, మకర రేఖల మధ్యనన్న భూ భాగమును అధికోష్ణ మండలమని, ఉత్తర దక్షిణార్ధ గోళముల రెంటితోనూ, 23½° నుండి 66½° అక్షాంశముల మధ్యనన్న ప్రదేశాలను సమశీతోష్ణ మండలాలని, రెండు ధృవ ప్రాంతాలను ఆర్కిటిక్ (Arctic) ఆర్కిటిక్, మరియు అంటార్కిటిక్ (Antarctic) మండలములని యందురు. ఉష్ణోగ్రత, వర్షపాతముల నాధారముగా కొప్పెన్ (Koppen) యావత్తు భూగోళము యొక్క శీతోష్ణ స్థితులను యీ విధముగా విభజించెను: ఉష్ణ మండల వర్షపాత శీతోష్ణ స్థితులు (Tropical rainy climates), అనార్ద్ర శీతోష్ణ స్థితులు (Dry climates), సమ శీతల వర్షపాత శీతోష్ణ స్థితులు (Warm Temperate rainy climate), అతిశీతల హిమ అటవీప్రాంత శీతోష్ణ స్థితులు (Cold snowforest

climates), మరియు ధృవ ప్రాంత శీతోష్ణ స్థితులు. వేసవి శీతాశాలములలోని, ఆర్ద్రత, అనార్ద్రతల ననుసరించి వీనిలో ఉపవిభాగములను కూడ గావించెను. కాని వర్షపాత ప్రభావాన్ని కొప్పెన్ విస్మరించాడు. ఆ ప్రభావము యొక్క ఆధారముతో తారన్త్వయిట్ (Thornthwait) యావత్తు భూమిని ఐదు ఆర్ద్ర ప్రాంతములుగా, అనార్ద్రతేమ (Wet), ఆర్ద్ర (Humid), ఉపఆర్ద్ర (Sub Humid), ఉపఅనార్ద్ర (Subarid), అనార్ద్ర (arid) అను ప్రాంతాలుగాను, మరియు ఆయన రేఖామండల (Tropical) మధ్య ఉష్ణ (Meso Thermal) (Micro Thermal) సూక్ష్మ ఉష్ణ, టైగా (Taiga) టండ్రా (Tundra, తుహిన (Frost) అను ఉష్ణోగ్రత మండలాలుగాను విభజించిచాడు.

సూక్ష్మ శీతోష్ణ శాస్త్రము భూమికి చగ్గరలో నున్న గాలి పొరలలోని ప్రత్యేక వాతావరణ ప్రవృత్తులను, ఋతు భౌగోళికముల ఉపరితల, ఉర్ధ్వతలాల్లోని గాలియొక్క ధర్మాలను పరిశీలిస్తుంది.

వ్యవసాయక శీతోష్ణ స్థితి శాస్త్రము, ఋతు చక్ర విధానాలు, పైర్ల సాగుబడి, నీటి సరఫరా, తుహినము నుండి రక్షణ, పైర్ల రోగములు, తెగుట్లు, పంట దిగుబడి మొదలైన అంశాలకు సంబంధించినది. ఊహము వలన వ్యవసాయ ఫలసాయములు ఊజిస్తాయి. ఊహముల తీవ్రత, వాటి కాంపరిమితి, తరచుదనం గుర్తించ గల్గినయెడల ఊహములను తగినంత సాగునీటి సదుపాయములతో నెమర్కొనవచ్చును.

జీవ శీతోష్ణస్థితి శాస్త్రము-మానవ, జంతు, వృక్ష జాతుల ఆరోగ్యము, జీవన విధానాలపై శీతోష్ణ ప్రభావ మెట్లుండునో తెలియజేయును. శీతోష్ణ పరిస్థితుల అధ్యయనం ఆరోగ్య కేంద్రాల ఎన్నికను, పెంపొందించుకొనుటకు ఎంతయో సహాయకారి కాగలదు. పెంపుడు జంతువులపై వాతావరణ

ప్రభావమెంతయో కలదు. ఆధిక ఉష్ణోగ్రత, కవోష్ణ వాతావరణములచే పొడిపంటలు, మాంసము, గ్రుడ్ల ఉత్పత్తి మొదలగునవి దెబ్బ తినుటయే గాక పురుషులలో నపుంసకత్వము కూడ వచ్చును. చల్లని, పొడి వాతావరణము, తక్కువ వర్షపాతము గల ప్రదేశములు, క్రొవ్వు పెరుగుదలకు, ఉన్ని ఉత్పత్తికి దోహదములు కాగలవు.

మానవుని ఆరోగ్యము, సామర్థ్యము, సౌఖ్యములపై శీతోష్ణస్థితికి ఎంతో ప్రభావం ఉంది. మానవుని శారీరక ప్రవృత్తులు వాతావరణములోని మార్పుల ననుసరించి సాగుతాయి. కొన్ని వ్యాధులు వచ్చుటకు ఆయా ఋతువులలోని శీతోష్ణ స్థితి కారణముగా కన్పట్టుచున్నది. మన ఆహారము, దుస్తుల యొక్క పరిమాణము, పద్ధతి, శీతోష్ణ స్థితిని ప్రతిబింబిస్తుంటాయి. శీతోష్ణస్థితి మూలకాలు నిర్ణయించే శీతోష్ణ పరిసరములకు మానవ ఆరోగ్యంపై సూటిగా ప్రభావం ఉంది.

వివిధ కాలములలో, వేరు వేరు ప్రదేశములలో లభించు నీటి వనరులకు శీతోష్ణ స్థితికి సంబంధము ఉంది. భూమి యొక్క ఉపరితలముపైని నిరంతరముగా కొనసాగే సీటివి న్నరణకు అస్థిరమైన వాయుమండలమే కారణమగుచున్నది. కొన్ని శీతోష్ణ పరిస్థితులలో వరదలను కలిగించే తుపానులు తరచు సంభవిస్తుంటాయి. ఇతర చోట్ల ఋతువుల ననుసరించి ఉంటాయి. అనార్ధ ప్రదేశములలో తుపానులు, వాటి ఫలితముగా సంభవించే ఆకస్మిక వరదలు అస్తవ్యస్తంగా ఉంటాయి.

అల్పదృష్ట్యత, అధోతల మేఘములు, గాలిలోని అలఁదులు, గాలి మార్పులు, గర్జన తుపానులు మొదలగు వాతావరణ సంక్షోభాల నుండి సురక్షితమైన విమానాశ్రయ స్థలముల ఎన్నికకు శీతోష్ణస్థితి శాస్త్ర అధ్యయన మెంతయో సహాయకారి కాగలదు.

ఈ శాస్త్ర విజ్ఞానం విమానములు, వాటి ఇంజన్ల తయారు చేయుటకు కూడ తోడ్పడుతుంది.

అల్ప దృష్ట్యత, పొగమంచుల వలననీటిపై రవాణా నష్టపడును. అల్ప ఉష్ణోగ్రతల వలన సరకుల నెక్కించుట, దింపుట మొదలగు కార్యకలాపాలు, అటంక పడతాయి. తీవ్రమైన తుపానులు రైలు వంతెనలను, పట్టాలను, రవాణా మార్గములను నష్టపరచును. వరదలు, ఎక్కువ మంచు కురియుట, నేరిజారుడు, రాకపోకలకు భంగము కల్గించును. వినోద కార్యక్రమములు, విజ్ఞాన యాత్రలపై కూడ శీతోష్ణస్థితి ప్రభావమెంతో గలదు. పట్టణ ప్రణాళికలు, పరిశ్రమలు, కార్ఖానాలు, చమురు శుద్ధి కర్మాగారాలు, జల విద్యుత్కేంద్రములు, మొదలగు వాని నిరూపణ, నిర్వహణలలో శీతోష్ణ స్థితి అంశాలనుపయోగిస్తారు. శీతోష్ణ స్థితి ప్రభావము నుండి రహదార్దను, రోడ్లను, కాపాడుతూ సరియైన స్థితిలో నుంచుట సమస్యోత్మక విషయమే.

ప్రజల కుపయోగపడే సౌకర్యముల నేర్పాటు చేయుటలోను, వానిని నిర్వహించడము లోను, ఒడుదుడుకులను, శీతోష్ణస్థితి కలుగ జేయును. ముడిసరుకుల రవాణా, కార్మికుల లభ్యత, గృహ వసతి ఖర్చులు, సరకు ఉత్పత్తి పద్ధతులు, వ్యర్థ పదార్థాల విసర్జన, మొదలగు అంశముల దృష్ట్యా, కార్ఖానాలను నెలకొల్పు ప్రదేశముల నెన్నుకొనుటలో శీతోష్ణస్థితి యొక్క ప్రభావముండును. కార్ఖానా భవనములు, గిడ్డంగులు, మిగత కట్టడములు, శీతోష్ణ స్థితిని దృష్టిలో నుంచుకొని నిర్మించ వలసి యుంటుంది. ఎంతో ఆర్థిక ప్రాముఖ్యం కలిగిన చలనచిత్ర పరిశ్రమను యిందుకు ప్రధాన తార్కాణంగా పేర్కొన వచ్చును. కాంతి వికిరణం, దృష్ట్యత, గాలి, తుపానుల ననుసరించి, దృశ్యములు ఛాయా చిత్రీకరణమున కనుగుణముగా నుండు ప్రదేశాలను, సమయాలను నిర్ణయించు కొనవలసి యుంటుంది.

వాయు కాలుష్యము దృష్ట్యాతను, సూర్యరశ్మిని, వికిరణాన్ని, గాలి ఉష్ణోగ్రతను కలుగజేసి, పొగ మంచును, వర్షపాతమును పెంచును. నగరీ కరణం వలన గాలి ఉష్ణోగ్రత, దూశి కణములు, మేఘపరి మాణం పెరిగి వర్షపాతము హెచ్చుట, తరచు పొగమంచు ఏర్పడుట జరుగును. సాపేక్ష ఆర్ద్రత, వికిరణము, గాలివేగము తగ్గుతాయి.

సమర్థవంతమైన స్థల నిర్ణయము, నిరూపణలు, వాతావరణానుకూలనము (Air conditioning) వంటి భవన నిర్మాణ కార్యక్రమములు, మొదలగు వానిపై వాతావరణ ప్రభావ ముండును.

కొన్ని అత్యవసర వస్తువుల యొక్క తరహాలు, విక్రయ స్థితిలోని హెచ్చు తగ్గులకు కొంతవరకు శీతోష్ణస్థితియే కారణమని చెప్పవచ్చును. చిల్లర వ్యాపారములో ఋతువులను బట్టి వచ్చే తేడాంతో కాటు శీతోష్ణస్థితిని బట్టి కూడ అనేక ప్రాదేశిక విభేదాలు తలెత్తుతాయి. చిల్లర వర్తకముపై పడిన శీతోష్ణ ప్రభావము, తప్పక దోకు వర్తకునిపై కూడ ఉంటుంది. దోకు వర్తకుడు సరకులను నిల్వజేయుట, రవాణాచేయుట, సంభవించగల వాతావరణ మార్పులను బట్టి ఆలోచన చేయవలసి యుండును.

ప్రాచీన శీతోష్ణస్థితి శాస్త్రము (Paleoclimatology) అనేక లక్షల సంవత్సరముల నుండి శీతోష్ణస్థితి మార్పుల సర్వేయనము చేయు శాస్త్రము. ఈ శాస్త్రపరిశీలనతో తేలినదేమనగా భూమి పుట్టిన దగ్గర నుండి దాని శీతోష్ణస్థితులు ఎంతగానో మారినట్లు తెలిసినది. వాయువులో బొగ్గుపులుసు వాయువు వృద్ధియగుచుండుట వలన గాలియొక్క ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది. కాని వాయుకాలుష్యములు దీనికి ప్రతికూలంగా పనిచేస్తాయి. ఈ రెండు ప్రక్రియలయొక్క పరస్పర తీవ్రతలపై గాలి యొక్క ఉష్ణోగ్రత ఆధారపడి ఉంటుంది. 1885 నుండి 1940 వరకు ప్రపంచ ఉష్ణోగ్రతలు పెరుగుదల చూపించినవి. కాని 1940 నుండి ఈ పెరుగుదల వేగం మందగిల్లింది. శీతోష్ణస్థితి మార్పులు నీటి ఉష్ణోగ్రతపై ప్రతిబింబించి చివరకు సముద్ర ప్రసరణలో మార్పులను తెస్తాయి. ఈ కారణంగా తిరిగి శీతోష్ణస్థితిలో మార్పులు సంభవిస్తాయి. ఒక సంవత్సరపు శీతోష్ణస్థితి వలయాన్ని మనము నిర్ణయించగలం. కాని ముందుగనే ఎన్నో సంవత్సరముల వరకు వాతావరణ సూచనా పట్టికలను అంగీకార యోగ్యముగా నిర్ణయించుట ప్రస్తుతము సాధ్యమైన విషయము కాదు.

డా॥ బి. పద్మనాభమూర్తి.

## 222. వాతావరణంలో అలజడులు

వాతావరణం అనుకూలంగా ఉంది, ప్రతికూలంగా ఉంది- అని మనం అనుకుంటూ ఉంటాము. ఈ అనుకూలం, ప్రతికూలం అనేవి మనం చేసే పనిమీద ఆధారపడి ఉంటాయి. వ్యవసాయదారునికి ఒక సమయంలో వర్షం పడితే మంచిది. అదే సమయంలో వైభవంగా వివాహం చేద్దామని ప్రయత్నాలు చేసిన పెద్ద మనిషికి ఆ వర్షం ప్రతికూలం. ఈ వాతావరణంలో మార్పులకి

కారణం వాతావరణపు అలజడులు (Disturbances). ఈ అలజడులను గాలియొక్క ఒత్తిడిలోను ఇతర మార్పుల ద్వారాను కనిపెట్టవచ్చు. అందు వలననే వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు గమనించే అనేక అంశాలలో గాలి ఒత్తిడి, గాలి వేగము, వీచేదిక్కు, ఉష్ణోగ్రత, గాలిలోని తేమ ముఖ్యమయినవి.

ప్రతికూల వాతావరణంలో సాధారణంగా ఆకాశం మేఘాలతో నిండి ఉండడం, వాన జోరుగా

పడదం, గాలి తీవ్రముగా వీచడం మొదలైనవి గమనిస్తాం. నూత్నంగా చెప్పాలంటే ప్రతికూల వాతావరణం సాధారణంగా గాలి ఒత్తిడి తక్కువగా ఉండే ప్రాంతాలలో కలుగుతూ ఉంటుంది. ఉత్తరార్ధగోళంలో ఆటవంటి ఆల్పపీడన ప్రాంతాల చుట్టూ గాలి అవదక్షిణంగా (అంటే గడియారపు ముల్లు తిరుగుటకు వ్యతిరేకంగా) వీస్తుంది. సముద్రాలలో రేగే తుఫానులు, ఇటువంటి ఆల్పపీడన ప్రాంతాలేను. తుఫాను తీవ్రమయిన కొద్దీ దాని మధ్యప్రాంతంలోని గాలి ఒత్తిడి ఎంతో తగ్గి పోతుంది. అందువల్ల మనం తుఫాను యొక్క వెలుపల నుండి మధ్య ప్రాంతానికి వెళుతూ ఉంటే గాలి ఒత్తిడి అతివేగంగా పడిపోతుంది. వీచే గాలుల తీవ్రత ఈ పీడన ప్రవణతపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

గాలి ఒత్తిడి ఎక్కువగా ఉన్న ప్రాంతాలలో ఆకాశం సాధారణంగా మేఘాలు లేకుండా ఉంటుంది. వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు, వాతావరణంలోని అలజడులను కనిపెట్టడానికి ఏకకాలికం (Synoptic) అనేక ప్రాంతాలలో నమోదు చేసిన ప్రేక్షణాంశాలను వాతావరణ మానపటాల మీద గుర్తించి, గాలి ఒత్తిడి సమానంగా ఉన్న ప్రాంతాలను కలుపుతూ సమపీడన రేఖలు (Isobars) గీస్తారు. వీటి సహాయంతో వాయుగుండాలు, వాయుమండల అలజడులు మొదలైనవి ఎక్కిడ ఉన్నవి కనుగొంటారు. సమశీతోష్ణ మండలాలలో ఇటువంటి అలజడులు, సాధారణంగా రెండు, మూడు రకాల వాయురాసులు సంఘర్షణ చెందే చోట ఏర్పడతాయి. ఉష్ణ, శీతల వాయురాసుల సంఘర్షణ స్థానంలో వాతాగ్రం (Front) ఏర్పడుతుంది. అలా ఏర్పడిన వాతాగ్రాలు - శీతల వాతాగ్రం (Cold Front), కవోష్ణ వాతాగ్రం (Warm Front), అభివిష్ణ వాతాగ్రం (Occluded Front),

నిశ్చల వాతాగ్రం (Stationary Front) అని- అనేక విధాలు, ప్రతి వాతాగ్రమూ ఒక ప్రత్యేక మయిన వాతావరణాన్ని కలిగి ఉంటుంది. అటు వంటి వాతాగ్రతల మీదనే వాతావరణ అలజడులు జనించి, పెరిగి, పెద్దవై, తుఫానుల తామే సాధారణంగా పశ్చిమము నుండి తూర్పునకు ప్రయాణిస్తూ వివిధములైన వాతావరణ మార్పులను కలిగిస్తుంటాయి.

అయితే మనం నివసించే ఉష్ణ మండలాలలోని పరిస్థితులు వేరు. ఇక్కడ వాతావరణ అలజడులలో ముఖ్యమైనవి ఉరుములతో కూడిన వాన, గాలి వానలు, తుఫానులు. వాతావరణ కృత్రిమ ఉపగ్రహాల ద్వారా అధ్యయనం చేయబడతూ చిత్రాల మూలంగా మనకు తెలిసిన దేమంటే- వాయు మండలంలో అనేక విధాలైన తరంగాలు ఉన్నాయని. ఇవి ఒక మైలు నుండి పదివేల మైళ్ల వరకు విస్తరణను కలిగి ఉంటాయి. చిన్న తరంగాలు 1 నుండి 10 మైళ్ల విస్తరణ కల మేఘాలను కలిగిస్తే, పెద్ద తరంగాలు ఇంకా ఎక్కువ విస్తరణతో మార్పులను కలిగిస్తాయి. ఈ తరంగాలు కొన్ని ట్రోపో మండలపు క్రింది ప్రాంతంలోను, కొన్ని పై ప్రాంతంలోను, ఇంకను కొన్ని స్ట్రేటో మండలంలోను ప్రయాణిస్తూ ఉంటాయి. కొన్ని పశ్చిమం నుండి తూర్పుకి ప్రయాణం చేస్తే, మరికొన్ని తూర్పు నుండి పశ్చిమానికి ప్రసరిస్తాయి. ఈ తరంగాల వేగం కూడా రోజుకి 6 - 7 రేఖాంశ దిగ్రిం నుండి 30 దిగ్రిం వరకు మారుతూ ఉండవచ్చు.

వాటి వాటి స్వభావాలను బట్టి వాతావరణం మీద ఈ తరంగాల ప్రభావం కూడా విభిన్నంగా ఉంటుంది. త్వరితంగా ప్రసరించే తరంగాలు దైనందిన వాతావరణ మార్పులను కలిగిస్తాయి. అంత కంటే తక్కువ వేగము గలవి, ఆయా వేగాల

ననుసరించి వారం రోజులలోను, పక్షం రోజులలోను, నేలరోజులలోను సంభవించే వాతావరణ మార్పులకు కారణకూతాలు.

సృష్టిలో ప్రతివిషయానికి ఏదోఒక ప్రయోజన మున్నట్లు వాయు మండలంలోని, అలజడులకు కూడా ఒక ముఖ్య ప్రయోజనం ఉంది. సూక్ష్మంగా చెప్పాలంటే వాతావరణం-భూమి నీరు వ్యవస్థ-లో ఉష్ణమండల ప్రాంతాలలో నికరమైన (Net) ఉష్ణాధిక్యత (Heat gain) ఉంటుంది. ఈ అధిక ఉష్ణాన్ని ఉష్ణమండలంలోని సముద్ర జలాలు గ్రహించి క్రమేపీ గాలిలోకి గుడ్డొస్తంగా, నీటి ఆవిరి రూపంలోను, గ్రాహ్యోష్ణం (Sensible heat) రూపంలోను అందజేస్తాయి. అలాగే ధ్రువ ప్రాంతాలలో నికరమైన ఉష్ణపు కొరత కలుగుతుంటుంది. అయితే ఉష్ణమండలాల సగటు ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల లేదు. అలాగే ధ్రువ ప్రాంతాల ఉష్ణోగ్రతలో తరుగుదల కూడా లేదు. దీనిని బట్టి, వాయు మండలం, సముద్ర జలాలు ఉష్ణ మండలంలోని అధికోష్ణాన్ని సమ శీతోష్ణ మండలానికి, ధ్రువ ప్రాంతానికి చేరవేస్తుంటాయని. స్పష్టమవుతున్నది. ఈ చేరవేతకి అనేక విధానాలున్నాయి. వాటిలో కొన్ని మూల రేఖాంశ కోణాలు (Meridional-cells) న్నూ అలజడులున్నూ. ఈ అలజడులు కూడా ఉష్ణాన్ని, నీటి ఆవిరిని, ద్రవ వేగాన్ని ఒక ప్రదేశం నుండి యింకొక ప్రాంతానికి చేర వెయ్యడానికి ఎంతో ముఖ్యమైనవి. అంటే వాయు మండలంలో నిత్యమూ వీస్తుండేగాలులకు కావలసిన శక్తిని ఉష్ణమండలం సరఫరా చేస్తోంది. ఈ శక్తి విస్తరణలో ఏ మాత్రపు మార్పు కలిగినా ప్రపంచ వాతావరణంలోనే పెద్ద మార్పులు సంభవింపవచ్చు. అందువలనే నేడు పాశ్చాత్య వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు, ఉష్ణమండలాల మీద తమ దృష్టిని కేంద్రీకరిస్తున్నారు. మన నైఋతి ఋతుపవనం కూడా ప్రపంచ వాతావరణ వ్యవస్థలో ఒక పెద్ద అంశం.

ఇదికూడా ఉష్ణమండలపు సముద్రతలాల నుండి ఉష్ణాన్ని నీటి ఆవిరిని గ్రహించి, ఉత్తరానికి పెద్ద ఎత్తున చేర వేస్తుంటుంది. అందువలన మన ఋతు పవనాలకు, మధ్య ఉన్నత అక్షాంశ ప్రాంతాల మీద ప్రగాఢమైన ప్రభావం ఉంది. సమ శీతోష్ణమండలపు వాతావరణంలో సంభవించగల మార్పులను కొన్ని వారాల ముందే సూచించాలంటే ఉష్ణమండలంలో కలుగుతుండే మార్పులను, ప్రపంచ వాతావరణం మీద వాటి ప్రభావాన్ని ఖచ్చితంగా అవగాహన చేసుకోవాలి.

ఉష్ణమండలంలోని దేశాలు, సాధారణంగా అనేక కారణాల మూలంగా వెనుక బడిన దేశాలు. ఇవి ప్రధానంగా వ్యవసాయం మీదనే ఆధారపడి ఉన్నాయి. ముఖ్యంగా మన దేశంలో 70-80 శాతం ప్రజలు తమ జీవనోపాధికి వ్యవసాయం మీదే ఆధారపడుతున్నారు. వ్యవసాయం ఎక్కువగా వర్షాధారం. అందువలనే మన ఋతు పవనాల స్వరూప స్వభావాలను, వానిలో నిత్యము సంభవించే మార్పులను ముందుగా సూచించగల విజ్ఞానం మనకు చాలా అవసరం.

వాతావరణ శాస్త్రంలో వచ్చిన ఆధునిక మార్పు ఏమంటే, గాలి గమనానికి సంబంధించిన న్యాయాలను గణిత శాస్త్రం, మరియు కంప్యూటర్ల సహాయంతో అనువర్తింపజేసి పైన పేర్కొన్న వాయు తరంగాలకు సంబంధించిన పూర్వానుమానాలను తయారుచేయడం. ఇది అంత సులభ మయిన పని కాదు. దీనికి ముఖ్యంగా కావలసినవి ప్రపంచ మంతటినండి నిత్య వాతావరణ ప్రేషణాంశాలు. దీని కొరకు ప్రపంచ వాతావరణ సంస్థ (IMO) ప్రపంచ వాతావరణ నిరీక్షణ (World Weather Watch-W. W. W.)ను ఏర్పాటు చేసింది. ఈ కార్యక్రమంలో నేర మీదే కాకుండా ఉపగ్రహాల ద్వారా, గాలి ఋంగల ద్వారా, విమానాల ద్వారా, నౌకల ద్వారా కూడా ప్రేషణలను గ్రహిస్తారు.

ఇదేకాక కొన్ని ముఖ్య ప్రాంతాలలో ప్రత్యేక ప్రయోగాలు కూడా చేస్తారు. మన ఋతుపవన ప్రసరణ మీద ఒక పెద్ద అంతర్జాతీయ ప్రయోగం 1978 - 1979 లో జరిగినది. అంతకు పూర్వం కూడా మరికొన్ని ప్రయోగాలు జరిగినవి. భారత

వాతావరణ విభాగంలో ఈ "W. W. W." లో భాగంగా ఒక ప్రాంతీయ వాతావరణ కేంద్రాన్ని ఢిల్లీలో స్థాపించారు. పై జెప్పిన ప్రయోగంలో ఈ కేంద్రం ప్రముఖ పాత్ర వహించింది.

శ్రీ పెమ్మరాజు సుదర్శన్ రావు పంత్.

## 223. శీతోష్ణ స్థితి తీరు తెన్నులు

భారత దేశము, పరిసరాలు - ప్రపంచము

### 1. ఉపోద్ఘాతము.

అవని చుట్టూ అంతరిక్షము వరకూ వ్యాపించి యున్న వాయు మండలం యొక్క శాస్త్రాత్మక భౌతికస్థితి, వాతావరణము. వాతావరణ పరిస్థితులు ఊణ ఊణము మారుచునే యుండును. ఈ మార్పులను తెలియజేయు విజ్ఞానం వాతావరణ శాస్త్రం. ఒకే ఋతువున ఏదేని ఒక్క నిర్దిష్ట ప్రదేశములో సగటు వాతావరణ పరిస్థితు లొకే తీరున యుండును. ఈ సగటు పరిస్థితులను వివరించు విజ్ఞానాన్ని శీతోష్ణస్థితి శాస్త్రమని కొంత కాలంగా వ్యవహరిస్తూ వచ్చారు. కానీ యీ పారిభాషిక పదము వాతావరణపు పరిస్థితుల నన్నింటిని విలీనం చేసుకొన లేకపోవుటచేత ఈ విజ్ఞానాన్ని సామాన్య వాతావరణ స్థితి శాస్త్రమని వ్యవహరించడమో, లేక యీ సాంకేతిక అర్థాన్ని యింత కాలంగా వాడుకలోనున్న పైదాని కన్యయింప జేయడమో జరుగవలెను.

వాయుమండలంలోనే సకల చరాచర భూత సృష్టి అంతర్గతమై ఉండుటచే వాతావరణ స్థితి గతులు, అన్ని జీవులపై అఖండ ప్రభావము కలిగి ఉంటాయి. నిమ్న జాతులకు జెందిన జీవులనుకూల వాతావరణ్యపరిస్థితులు గల ప్రదేశాలలోనే మన గంపు. తదనుకూలంగానే వాని వాని అంగ నిర్మా

ణాలు తీర్చిదిద్దబడ్డాయి. అయితే మానవుడు సైతం వాతావరణ ప్రభావానికి అతీతుడు కాదు. మానవుని జీవితము, నాగరికత, సంస్కృతి, వాతావరణముపై ఎంతగానో ఆధారపడి ఉంటాయి. శీతోష్ణాలు, ఆర్ద్రత (Humidity), వాయు ప్రసారము, వర్ష పాతిము, ఉరుములు, మెరుపులు, వడగల్పు, తుఫానులు, సూర్యరశ్మి, వాయు వీధనము మొదలగునవి సవ్యముగా నుండినచో మానవుని ఆరోగ్య స్థితికి, ఆహ్లాదానికి, ఔన్నత్యానికి తోడ్పడుతాయి. బహుప్రాచీన మహత్తర నాగరికత లన్నియు, సవ్యమైన వాతావరణ ప్రభావము గల దేశాలలోనే ఉద్భవించి, వర్ధిల్లాయి. రెండువేల సంవత్సరములకు పూర్వము ఆరిస్టోటిలు ఉద్ఘాటించిన యీ అభిప్రాయం నేటికిని సత్యమే. అందువలన ప్రపంచపు సాధారణ వాతావరణ స్థితి తెలిసికోవచ్చు.

సాధారణ వాతావరణ స్థితి మండలాల విభజన :

సాధారణ వాతావరణ స్థితి, వాయుమండలపు సగటు పరిస్థితులపై ఆధారపడి యుంటుంది. కావున, యీ విజ్ఞానాభివృద్ధికి వాతావరణపు దైనిక పరిశీలనాలు (Daily observations) అనేక సంవత్సరాలుగా సమకూడ వలెను. వర్ష పాతము, వాయుమండలపు ఉష్ణోగ్రతలు అనేక పరిశీలనా

కేంద్రాలలో రమారమి రెండు శతాబ్దములుగ చేకూర్చుటచే కేవలం ఈ పరిశీలనా విశాల ఆధారంగా ప్రపంచమును, వేర్వేరు శీతోష్ణ మండలాలు (Climatic zones) గ విభజించుటకు 1896 లో సుపాను, 1900 లో కొప్పెను ప్రయత్నములు చేసిరి. తత్ఫలితంగా ఉష్ణ మండలాలు, సమశీతోష్ణ మండలాలు అనునవి నిర్ధారించబడినవి.

ఉష్ణోగ్రత, వర్షపాతములపై ఆధారపడి సహజ ఉదృష్టి సంపద ( Natural Vegetation ) పెంపొందుతుంది. వేర్వేరు వృక్షజాతుల పెరుగుదలకు వేర్వేరు ఉష్ణోగ్రతలు, వర్షపాతములు అవసరం. కాబట్టి శీతోష్ణ స్థితి మండలాల విభజన ఆయా మండలములందు కానవచ్చెడు సహజ వృక్ష సంపత్తికి సరిపోవాలి. ఈ నియామాన్నను సరించి ప్రతి శీతోష్ణస్థితిమండలాన్ని పునర్విభజన చేశారు. ఉదాహరణకు ఉష్ణ మండలాన్ని నాలుగు భాగములు చేయ వచ్చును :

(i) అన్ని ఋతువులందును వర్షము కలిగి సంవత్సరమునకు రెండు పర్యాయములు అత్యధిక వృష్టి కలుగుట.

(ii) సుమారు సమముగా అన్ని ఋతువులందును వర్షముండుట.

(iii) వేసవియందు అధిక వర్షముండి తదితర ఋతువులందప్పుడప్పుడు వర్షించుట.

(iv) కేవలం అనావృష్టి ఏర్పడియుండుట.

మొదటి రెండు పరిస్థితులందు విశాలపత్ర నిత్య హరిత వృక్షాంశములు, పచ్చిక బీటలు పెరుగ గలవు. మూడవ సందర్భమున ఋతు ప్రకారం ఆకులను రాల్చెడి వృక్షములు వృద్ధిచెందును. అనా వృష్టి ప్రదేశములందు ముండ్ల తుప్పలుండటగాని, లేక ఎడారులు గాని, కన్పట్టును.

వర్షపాతమొక్కచే చెట్లకు లభించెడి తేమను నిర్ణయించలేదు. భూమ్యుపరితల జలము, బాష్పీ

భవనము (Evaporation) వలన నిగిరి పోవుటయేగాక, చెట్లచే యాకుల ద్వారా వాయుమండలం లోనికి నీటియావిరి రూపమున ఉత్పర్జనము చేయబడుచున్నది. అనగా యీ జలము బాష్పీభవన ఉత్పర్జనం (Evapotranspiration) చెందుచున్నది.

భూమ్యుపరితల మంచగాని, భూమ్యుపరితల పొరలందుగాని నీరున్నంత వరకు బాష్పీభవనోత్పర్జనం జరుగుచునే యుండును. ఈ ప్రక్రియ సంవత్సరము పొడుగున నిత్యము జరుగుచుండినచో శక్తి బాష్పీభవనోత్పర్జనం (Potential Evapotranspiration) చెందుచున్నదనెదరు. వాతావరణపు పరిశీలనా కాలంనుండి శక్తి బాష్పీభవనోత్పర్జనాన్ని గణించ వీలవుతుంది. దీనితో వర్షపాతమును గూడ నుపయోగించి శీతోష్ణ స్థితి మండలాలను విభజన చేయవలయునని 1948 లో తారంధ్రైటు ఉద్ఘాటించాడు. సస్యాభివృద్ధికి బాష్పీభవనోత్పర్జనం వలన కలుగు జలనష్టమును, యిట్టి విభజన పద్ధతి యంపిమిక్కి నట్లగును. తగు మెరుగుపాట్లతో 1955 లో తమ విభజనా పద్ధతిని తారంధ్రైటు సరిదిద్దాడు. ఈ ప్రకారము నిర్ణయించిన విభాగములాయా మండలములందు కానవచ్చు సహజ వృక్షసంపదకు అనుగుణంగా నుండుటయేగాక, వాయు ప్రసారానికి, వాయు పీడన మండలాలకును, గూడ అనుగుణంగా నున్నది. ఈ విషయము సులభగ్రాహ్యమగుటకు ఉదాహరణ:- 30° ల ఉత్తర, దక్షిణ అక్షాంశముల వెంబడిగల అధిక వాయు పీడత ఉపోష్ణ మండల ప్రతి చక్ర వాతముల వలన, ఉపరితల వాయువు ఆయా ప్రదేశములలో నిమ్మదిశగా అజిగారుట (Subside) జరుగును. తత్ఫలితంగా తేమ నిండిన వాతావరణములో గూడా ఆకాశము సంపూర్ణముగ మేఘవృతము కాజాలదు. వర్షపాత మందుచేత అతి స్వల్పము. ప్రపంచపు విశాల యెడారు లన్నియు

యీ అశాంతముల సమీపముననే యున్నవి. ఉత్తరాఫ్రికాలోని సహారా; పశ్చిమ ఆసియా యందలి ఆరేబియా సీరియా ఎడార్లు; ఉత్తరమెరికాలోని మృత్యులోయ (Death valley), దక్షిణాఫ్రికాలోని కలహరి ఎడారి, విశాలమైన ఆస్ట్రేలియా ఎడార్లు ప్రతి చక్రవార మండలాల నుండి సంభవించినవే.

## 2. భారత ఉపఖండపు సామాన్య వాతావరణ స్థితులు :

భారత దేశము, పరిసర ప్రాంతాలు - ఉత్తరార్ధగోళంలో-ఆయనరేఖ, ఉప ఆయనరేఖ మండలాల యందుండుటచే ఈ దిగువ నుదహరించు సాధారణ వాతావరణ స్థితులకు గురియగుచున్నవి.

1. ఋతుపవనాలు;

2. సంవిభక్త వ్యాపార పవనాలు,

(Distributed Trade Winds)

3. ఆయనరేఖా మండలపు ఎడారి, ఉప-ఎడారి.

4. భూమధ్యరేఖా ప్రాంతపు శీతోష్ణస్థితులు.

భారత ఉపఖండమందు ఋతుపవన శీతోష్ణస్థితి ప్రధానముగ కాననగును. భారతవాతావరణ విజ్ఞాన విభాగము యీ దిగువ రీతిగ సంవత్సరమును విభజించింది:

1. ఈశాన్య ఋతుపవన కాలము :

(a) దిశంబరు నుండి ఫిబ్రవరి వరకు - శీతాకాలము.

(b) మార్చి నుండి మే వరకు-వేసవి కాలము.

2. నైఋతి ఋతుపవన కాలము.

(a) జూన్ నుండి సెప్టెంబరు వరకు - వర్షాకాలము.

(b) అక్టోబరు, నవంబరు - ఋతుపవన సందికాలము.

## 3. ఈశాన్య ఋతుపవనము :

శీతాకాలము :-

అక్టోబరు అఖరికి వాయవ్య భారతదేశంలో నిర్మల వాయుస్థితి ఏర్పడి క్రమేపి దక్షిణంగా విస్తరించి, దిశంబర్ ప్రారంభము నాటికి దేశమంతట శీతాకాల మారంభ మగును. ఉత్తర భారతంలో పశ్చిమ వాయవ్య దిశల నుండియు, దక్షిణ భారతంలో ఈశాన్య దిశనుండియు గాలులు వీచును. నిర్మలాకాశము, నిర్మల వాయుస్థితి, అల్ప ఆర్ద్రత, అల్ప ఉష్ణోగ్రతలు, అధిక దైనికోష్ణోగ్రతా భారతమ్యము, శీతాకాలపు లక్షణములు. దిశంబర్ మధ్యకాలము మొదలుకొని ఇరాను, ఆఫ్ఘనిస్తాను, ఉత్తర పాకిస్తానుల మీదుగా పయనించు పశ్చిమ సంక్షోభాల (Western disturbances)కు ఉత్తర భారతం గురియై, కొద్దిపాటి వర్షపాతము లేక హిమ పాతమును పొందును. ఈ సంక్షోభాలు తూర్పు లేక ఈశాన్యంగా పయనించును. వాటి వెంబడి విపరీతమగు చలిగాలులు ఉత్తరము నుండి మధ్య భారతదేశము వరకు కొద్ది దినముల పాటు వీచును. మొత్తముపైన ఉత్తర మైదానములందు దైనిక కనిష్ట ఉష్ణోగ్రతలు  $3^{\circ}\text{C}$ - $4^{\circ}\text{C}$  వరకు పడుట, ఉత్తర వాయవ్య భాగములందు కొద్దిపాటి వర్షపాతము, పర్వత ప్రదేశములందు హిమపాతము సంభవించుట. కోస్తా ప్రదేశములు సమ శీతోష్ణముగా నుండుట, దక్షిణాగ్ర భాగమందు తేలికపాటి వానలు కురియుట యీ ఋతువు యొక్క ధర్మములు.

వేసవి కాలము :-

శీతా కాలాంతముతో ఉష్ణోగ్రతలు క్రమముగా హెచ్చు నారంభించును. ఏప్రిల్, మే, నెలలలో సూర్యుడు నడినెత్తిపైకి రాగా దేశమంతటా వేడి గాడ్పులు వీచుచుండును. సమాద్ర సమీరము బలవత్తరముగాలేనప్పుడు, కోస్తా ప్రాంతములు కూడ



వేడి గాలులకు గురియగును. దైనిక గరిష్ఠ ఉష్ణోగ్రతలు సముద్ర సమీరము చొరబడని ప్రదేశములందంతటను  $40^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$  వరకెగబడును. ఈ ఋతువు మధ్యనుండి అంతము వరకు అక్కడక్కడ ప్రచండమైన గర్జనగల మేఘములు ఉద్భవింపచును. ఆర్ద్రత సరియగుచో ఉరుములతో కూడిన జల్లులు (పశ్చిమ బెంగాల్, బీహారు రాష్ట్రములలో)ను, లేనిచో గాలిదుమారములు (రాజస్థాను, మిగతా వాయవ్య భారత దేశమందు)ను, ఉరుములతో కూడిన పెనుగాలులు (పలుచోట్ల), అక్కడక్కడ వడగళ్ళ వర్షములు ఈ ఋతువిశేషములు.

#### 4. నైఋతి ఋతుపవనములు; ఋతుపవన పురోగతి :-

నైఋతి ఋతుపవనారంభమునకు పూర్వము, ముఖ్యముగా మే నెలలో, కేరళ రాష్ట్రముందు ఉరుములతో కూడిన జల్లులు ప్రారంభమగును. మే నెలాఖరి వారములో నైఋతి ఋతుపవనం యొక్క బంగాళాఖాతపు శాఖ శ్రీలంక నుండి బర్మా వరకు ప్రసరించును. జూన్ మొదటి వారమునకు అరేబియా సముద్రపు ఋతుపవన శాఖ కేరళ, కర్నాటక, దక్షిణాంధ్ర రాష్ట్రముల వరకు పురోగమించును. మరి కొద్ది దినములలో ఋతుపవన శాఖలు రెండును మిళితమై ఉత్తరముగా క్రమేపి పయనించుచు, జూలై ఒకటి రెండు వారముల నాటికి యావద్భారత దేశము నాక్రమించును. భారతదేశపు వాయవ్య భాగమందు సెప్టెంబర్ ప్రారంభమున మొదలిడి, క్రమేపి నవంబరంతమునాటికి నైఋతి ఋతుపవనము ఉపసంహరించు కొనును. ఉపసంహరణతో పాటు బంగాళాఖాతము, అరేబియా సముద్రముల మీదను, దక్షిణ భారత దేశమున-అందును, ముఖ్యముగా తమిళనాడు నందును - ఈశాన్య ఋతు పవన మారంభించును.

నై ఋతి ఋతుపవనము-ఈశాన్య ఋతుపవనము కంటె-మిక్కిలి బలిష్ఠమైనది. అరేబియా సముద్రముపై నైఋతి, పశ్చిమ దిశల నుండి బలమైన గాలులు వీచుచు, దక్షిణ భారతదేశముపై ప్రవేశించి సాధారణముగ తూర్పు దిక్కుకు పయనించును. బంగాళాఖాతముపైన గాలులంత బలమైనవి కావు. కాని నైఋతి దిశనుండి దక్షిణ భాగమునందు మొదలిడి క్రమేపి ఉత్తర దిశకుసాగి ఉత్తర హిందూదేశముపై తిరిగి గంగా సింధు మైదానపు ఉత్తర భాగమందు, పశ్చిమముగా ప్రసరించును. పశ్చిమ బెంగాలు కోస్తాతీరము నుండి వాయవ్యంగా హరియానా వరకు స్థాపితమైన అల్పపీడన ద్రోణి (Trough of low Pressure), ఋతుపవన ద్రోణి (Monsoon trough) చుట్టు, చక్రవాతంగా గాలులు వీచుచుండును.

#### ఋతుపవనోత్పత్తి :-

ఏ రీతిగా ఋతుపవనోత్పత్తి సముద్ర సమీరము (Sea breeze), భూ సమీరము, (Land breeze) లమధ్య ఉష్ణోగ్రత తారతమ్యమువల్ల నేర్పడిన అల్ప పీడన ప్రదేశములనైపు ప్రసరించునో, ఆ రీతిగనే, భారత ఉపఖండముపై, ఋతుపవనములు వీచుచున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు రెంతున్నర శతాబ్దములుగా నమ్ముచున్నారు. కాని గత రెండున్నర దశాబ్దములలో, పై సిద్ధాంతమును త్రోసిపుచ్చడమైనది. సంవత్సరము మొత్తముమీద ఉత్తర హిందూ మహాసముద్రోపరితల ఉష్ణోగ్రతలు తగినంత మార్పు పొడమాపమిదే అధిక లేక అల్పవాయు పీడనప్రదేశములు సముద్ర ఉష్ణోగ్రతల మూలంగా జన్మించనేరవు. కాన వీటికి కారణము ఖండాంతర సీమలందే కనుగొనవలెను. టిబెట్టు పీఠభూమి ఇందులకు తోడ్పడుచున్నదని ఇటీవల జరిపిన పరిశోధనల వలన తెలియవచ్చుచున్నది.

### ఋతుపవన వర్షపాతము :

భారతదేశపు పశ్చిమ కోస్తాలో రమారమి 200-250 సెం.మీ. వర్షము, నైఋతి ఋతుపవన కాలమందు పడును. పశ్చిమ కనుమల తూర్పుభాగ మందీ వృష్టి, విపరీతముగ తగ్గి మిగతా భారతదేశ మందు 50-70 సెం.మీ. వరకు వర్షించును. తిరిగి ఉత్తర అస్సామలోను, ఖర్వాతీర ప్రాంతములోను, 200-300 సెం. మీ వర్షము పడును. ఋతుపవన ద్రోణి పరిసర ప్రాంతములందు, ద్రోణిగుండా పయనించు చక్రవాతముల, వాయుగుండముల, వలన ఏర్పడు తుఫానుద్వారా వర్షము కలుగును.

ఋతుపవన కాలమంతయు ఒకే తీరున వర్షించదు. ఋతుపవన ద్రోణి మామూలుకంటె ఉత్తరముగ జరిగి హిమాలయ పర్వత చరణాల వద్ద నిలచినచో, ఋతుపవనములో తెంపు (Break) ఏర్పడి దేశమంతటను, వర్షాభావము ఏర్పడును. ఇట్టి పరిస్థితులయందు నేపాలు, సిక్కిమ్, ఉత్తర అస్సాము, ఉత్తర ప్రదేశ్ పర్వతాలు అత్యధిక వర్షపాతమును పొందును. ఈ వర్షపాతమే గంగ, బ్రహ్మపుత్ర నదులందు వరదలకు కారణము. ఋతు పవనములో తెంపు ఏర్పడి నప్పుడు సాధారణముగా నైఋతి ఋతుపవన కాలమందుండని వర్షము తమిళనాడుకు ప్రాప్తించును.

ఋతు పవన ఉపసంహరణతో, భారత ఉపఖండంతర సీమలందు, వర్షములు రమారమి అగి

పోవును. కానీ తూర్పుకోస్తా ప్రదేశములు- వ్యాపార పవనాలు, శీతోష్ణ పరిస్థితులందలి అలజడులకు గురి అగుట వలన - ఆక్టోబరు మొదలు, డిసెంబరు వరకు వాయుగుండముల, తుఫానుల దెబ్బ తిను చున్నవి. పై సుదహరించినట్లు ఋతుక్రమము ప్రతి సంవత్సరము కొద్దిపాటి మార్పులతో ఇంచు మించు ఒకే తీరున నుండును.

### 5. సామాన్య స్థితి మండలాల విభజన - భారత దేశము :-

ఋతుపవన వర్షము అపారముగ నుండియు, సగము భాగము భారత ఉపఖండము ఎడారి లేక ఉప ఎడారిగనే యున్నది. 1956లోని తారంబ్ర్యైటు విభజనపద్ధతి ప్రకారము భారతదేశపు శీతోష్ణస్థితి మండలములను స్థూలముగా చూచిన యెడల, తమిళ నాడు నుండి పంజాబు వరకూ గల దేశాంతర్గత మధ్య ప్రదేశములు ఉప యెడారులుగను, రాజస్థాను, పశ్చిమ గుజరాత్, రాయలసీమ, ఆగ్నేయ తమిళనాడులు ఎడారులుగను, పశ్చిమ కనుమలనంటి వానికి పడమటి భాగము, ఉత్తర అస్సాము, భారతీయ హిమాలయ ప్రదేశము, తదితర పర్వతాగ్ర స్థలములు, అత్యధికపు తేమ కలిగిన వాతావరణము కలవిగను, మిగతా దేశము తేమ కలిగినది గను కాననగును. పర్వత ప్రదేశములు తప్ప భారతదేశ మంతయు ఉష్ణమండలముగా నున్నది.

డా॥ ఆకెళ్ల అనంతరామశాస్త్రి.

## 224. జైవిక సాగర విజ్ఞానం

భూమి ఉపరితలం 71 శాతము నీటితో ఆనరింపబడి ఉన్నదన్న సంగతి మనందరకు తెలిసిన విషయమే. సముద్రపు తోడు సగటున మూడు కిలోమీటర్లు కాని 85 శాతమున తోడు 2 కిలో మీటర్ల వరకు మాత్రమే ఉంటుంది. ప్రయోగాత్మకంగా పరిశీలిస్తే సాగర జలంలో సోడియం క్లోరైడు, పొటాషియం క్లోరైడు, మెగ్నిషియమ్ క్లోరైడ్, కేల్షియమ్ బై కార్బనేట్, ఎప్పుడూ కచ్చితమైన పాళ్లలో మిళితమై ఉంటాయి. పైన పేర్కొన్న లవణాలు, తదితర మూలకాలు, కలిసి 12 శాతము ఉంటాయి. తక్కిన 88 శాతం మూలకాలు చాలా తక్కువ పాళ్లలో లభించుట వలన వాటి పాళ్లను సామాన్య సాంకేతిక పద్ధతుల ద్వారా నిర్ణయించడం సులభ సాధ్యం కాదు. ఇటువంటి మూలకాలను “ట్రేసర్ మూలకాలు” అని వ్యవహరిస్తారు. ఈ విధంగా సాగర జలం, స్వతహాగా, బ్రహ్మాండమైన జైవిక యానకం (Biological Medium)గా ఏర్పడింది. అసలు అవి జీవవ్యవస్థకు ఒక దోరిక వంటిది.

క్రమంగా జైవిక సాగర విజ్ఞానం (Biological Oceanography) ఒక ప్రత్యేక శాస్త్రంగా అభివృద్ధి చెంది అనేక సముద్ర సమస్యలను పరిష్కరించడమే గాక, ప్రాథమిక అధ్యయనం ద్వారాను, అమలవర్తితంగాను, ఆహార సంపాదనకు విశేషంగా తోడ్పడి ప్రపంచంలోని అనేకమంది ఆకలి బాధితులకు ఎంతో సహాయకారి అయింది. క్లుప్తంగా చెప్పాలంటే జైవిక సాగర విజ్ఞాన శాస్త్రం, ఆతిథి మాడుతున్న కొన్ని కొట్ల ప్రజలకు వృష్టికరమైన ఆహారం లభింప చేయగలిగి, ఇంకా సాగర జల సంపత్తి సేకరించుకొనగల పద్ధతులను అమలు పెట్టే సూచనలను ఇచ్చే ఒక శాస్త్రంగా వికసిస్తూ ఉంది.

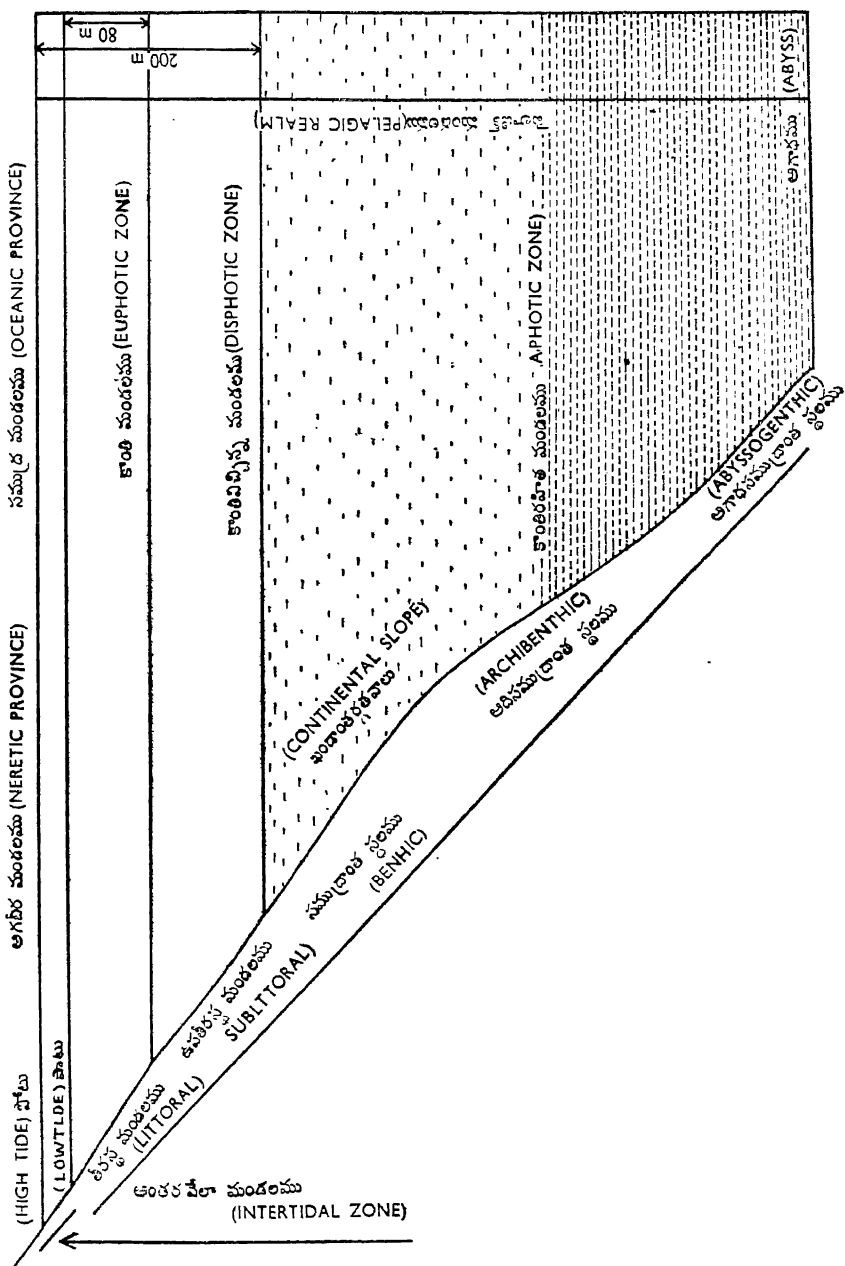
అసలు మానవుని ఉనికి పూర్తిగా సాగరాల సంపత్తిని పరిశోధించుట మీదే ఆధారపడి ఉన్నదని పెక్కుసార్లు సూచన చేయడం జరిగింది. చేపలు, రొయ్యలు, వీరిలు, సముద్రపు మొక్కలు మొదలగు పోషక పదార్థాలను తగు విధంగా సముద్రం నుంచి సేకరించ గలిగితే ఆహార సమస్యను శాశ్వతంగా పరిష్కరించుకోవచ్చు. దీనిని సాధించాలంటే ఈ జైవిక సాగర (Bio-Ocean) శాస్త్రం ద్వారా లభ్యమైన విజ్ఞానాన్ని ఆచరణలో పెట్టాలి.

అసలు జైవిక సాగర విజ్ఞాన (B.O.) శాస్త్రమంటే ఏమిటి? దాని ముఖ్య అంశాలేమిటి? ఇంచుమించు 200 మిలియన్ చదరపు మైళ్ళు చూ వైశాల్యంలో సముద్రం 140 మిలియన్ చదరపు మైళ్ళను ఆవరించి ఉంది. అయితే అధునిక ప్రమాణాల దృష్ట్యా, మనకు సాగరాలను గురించిన విజ్ఞానాభివృద్ధి ఇప్పుడే ప్రారంభమవుతోంది. ఇంకా ఎన్నో సముద్ర నిక్షేపాలు కనుగొనవలసి ఉన్నాయి. పూర్వకాలంలో మానవుడు సాగరతీరంలోని ఆహారాన్ని, సాగర జలంలోని ఉప్పును మాత్రమే సేకరించే వాడు. క్రమేణా సాగరాన్ని గురించిన యీ క్రింది మూడు ముఖ్యాంశాలు ప్రాధాన్యమును పొందేయి :

1. సాగరము ఆహారానికి, శక్తికి నిక్షేపం.
2. ఖనిజ సంపత్తికి నిక్షేపం.
3. ప్రపంచంలోని వేర్వేరు ప్రాంతాలకు రవాదారి మార్గం.

పైన పేర్కొన్న మూడు అంశాలలోను మొదటి దాని నుద్దేశించినదే జైవిక సాగర విజ్ఞాన శాస్త్రం (B.O.S.).

**పముద్ర పరిస్థాల వర్గీకరణ**  
**CLASSIFICATION OF MARINE ENVIRONMENT**



పటము 1. సముద్ర పరిసరాల వర్గీకరణ

సాగర ప్రాంత మంతటిని రెండు ముఖ్య భాగాలుగా విభజించవచ్చు: 1. నీటిపై తేలియాడు ప్రాంతము. 2. లోతైన ప్రాంతము. ఈ రెండు భాగాలు పటము 1లో గుర్తించినవిధంగా ఉపభాగాలు చేయబడ్డాయి. సముద్రపు లోతులలో నివసించని జీవులు తేలియాడు ప్రాంతానికి చెందుతాయి. అడుగు భాగంలో ప్రాకే జీవులు, వృంత పాత జీవులు, లోతైన ప్రాంతానికి చెందుతాయి.

సముద్రంలో పై 200 మీటర్ల లోతు వరకే సూర్యరశ్మి లభ్యమవుతుంది. ఇది అక్కడున్న చిన్న మొక్కల అభివృద్ధికి తోడ్పడుతుంది. ఈ చిన్నమొక్కల వంటి ప్రాణులనే 'డయాటమ్స్' అని వ్యవహరిస్తారు. ఇవి ఒక కణ జీవులు. సాగరాన్ని, భూమిని, సరిపోల్చి "మాంసమంతా పచ్చిక అయితే చేపలన్నీ డయాటమ్స్" అని అంటారు. జంతు ప్లవకాలలో ఎన్నో చిన్న జంతువులు, కోపి పాద్ల వంటి క్రష్టేషియన్లు కూడా ఉంటాయి. కోపి పాద్లలో 2000 లేదా 3000 జాతులున్నాయి. వీటిలో మాంసాహారులు, శాకాహారులు. కూడా ఉన్నాయి. క్రష్టేషియన్లలో యుపాసిడ్లు క్రిల్ మొదలైన జీవులు కూడా చేర్చబడ్డాయి. ధ్రువప్రాంతాలలో సంచరించే బెలిన్ టిమింగలం యొక్క ముఖ్యమైన ఆహారం క్రిల్; బాణం క్రిములు, టినోఫోరులు, మెడూసాలు, సాత్తులు కూడ ఆహార పదార్థాలేను. ఈ ప్లవకాలు నివసించే ప్రాంతంలో అనేక డింభకాలు ఆహారాన్ని సేకరిస్తూ జీవిస్తుంటాయి. వీటి ప్రౌఢులు సముద్రపుటడుగు భాగంలో సంచరిస్తుంటాయి. ఈ ప్లవక ప్రాంతంలో ఆహారం పుష్కలంగా లభ్యమగుట వలన అధోభాగంలో నివసించే జంతువులు వాటి డింభకాలను పైకి పంపిస్తాయి.

జంతు ప్లవకాలు చేపలకు యితర జంతువులకూ ప్రీతికరమైన ఆహారము. చిన్న చేపలు పెద్ద చేపలకు ఎఱగా అనుకూలమైనాయి. కాని ఆహార

సేకరణ, పెరుగుదల మొదలైన కలాపాలు సవ్యంగా ఒకే నిర్ణీత రీతిలో సాగవు. ఇదే ఆహార సరమని పరిగణించబడుతుంది. ఈ సరములో పెక్కు పలువలు, చిలువలు, ఉన్నాయి. అందువల్లనే దీనిని 'ఆహార అంగుళ్యాంతర జాలము' అని అంటారు. కొన్ని చేపలు సూటిగా శాఖా ప్లవకాలను భక్షించ గలవు. అందువలన వీటిని నిత్య ఆహారంలో ప్రధాన అంశంగా పరిగణిస్తారు. ప్రపంచంలోని మత్స్య జాతులలో అత్యధిక భాగం ఇటువంటి శాఖాహారిని ఆరగించే చేపలేను. పెద్ద జంతు ప్లవకాలు, చిన్న చేపల సమూహాలు పగటి పూట కన్న రాత్రులందే నీటి ఉపరితలంలో కేంద్రీకృతమై ఉంటాయి.

ఇదివరకంటే రాబోవు కాలంలో సాగరం మానవునికి అతి ముఖ్యమైనదవుతుంది. అన్ని ప్రాంతాల ప్రయోజనాలకు అనువైన అంతర్జాతీయ స్థాయిలో ఒక నూతన క్షేత్రం యిప్పుడెంతో ఆవశ్యకం.

రేడియో దార్మికాలు, రసాయన వ్యర్థ పదార్థాల వలన కలిగే సాగర కాలుష్యాన్ని అరికట్టి అంతర్జాతీయ చర్య అవసరం.

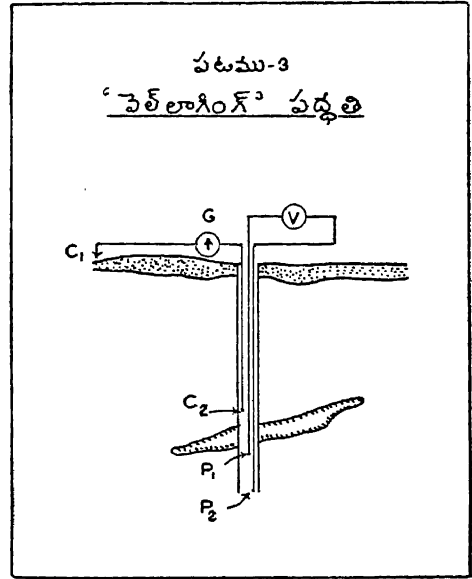
సాగర జీవితాన్ని గురించి- ముఖ్యంగా ఆహార అంగుళ్యాంతర జాలం. జీవజాలాల ఉత్పత్తి రసాయనాల విస్తరణ, సముద్ర జీవాల జనాభా, వాటి సామూహిక ప్రవర్తన, మొదలైన వానిని గురించి- తెలుసుకోవలసినది ఎంతైనా ఉంది.

కొన్ని ప్రత్యేక అంశాలను గురించిన అధ్యయనం, విజ్ఞానం ప్రయోగాత్మకంగా ఎంతో తోడ్పడుతుంది. ఈ అంశాలు- జీవవ్యాపార శాస్త్రం (Symbiology), శారీరక శాస్త్రం, జీవ రసాయన శాస్త్రం మొదలైనవి. మత్స్యజాతుల వ్యాధులు మరియు వాటికి సంబంధించిన రసాయన సంఘటనల మొదలైనవి కూడా యిందులో ముఖ్యమైన భాగాలు.

వలన మనకు కేవలము దృశ్యమాన శక్తి మాత్రమే లభించుచున్నది. వీటి లోతుల, మార్పుల, భిన్న రూపములను విడిగా 'నమూనా' రేఖలను గీచి యుంచి, సర్వేక్షణల నుండి లభించు షేత్ర రేఖలను వీటితో పోల్చుట ద్వారా నిధి రూపురేఖలను గ్రహించవచ్చును.

3. ప్రేరిత ధృవణ పద్ధతులతో భూ భిత్తికలందలి ఖనిజాన్వేషణ చేయవచ్చును. ఆన్వేషణకై భూమిలో కృత్రిమ విద్యుత్ షేత్రాన్ని సృజిస్తారు. ఇట్టి విద్యుత్ షేత్రాలు, స్థిర షేత్రాలు గానీ, తక్షణ పౌనఃపున్యం గల ఏకాంతర షేత్రాలు గానీ కావచ్చు. అప్పుడు కొన్ని విద్యుత్పరిణామాల వలన భూమిలో ధృవణం ఏర్పడి, ప్రాథమిక విద్యుత్ షేత్రానికి తోడు, వాటికి వ్యతిరేక దిశలో ద్వితీయ షేత్రాలు ఏర్పడతాయి. స్థిర షేత్రాలతో సర్వేక్షణ జరిపేటప్పుడు, స్పందన రూప ప్రాథమిక షేత్రాలను వాడినట్లయితే, ప్రాథమిక షేత్రం పూర్తి వ్యవస్థాపనకుగాని, పూర్తిగా షీఠించటానికి గాని కొంత విరామం అవసర మవుతుంది. దీని ఆధారంగా, కాలపరిమాణ ప్రేరిత ధృవణ పద్ధతి ద్వారా, భూ భిత్తికల పరిశీలన జరుపవచ్చును.

4. విద్యుత్పద్ధతుల యొక్క, మరొక ప్రత్యేక అనువర్తన ప్రయోగమే 'భూ భిత్తికా అవిచ్ఛిన్న మాపన పద్ధతి' దీనినే 'వెల్ లాగింగ్' అందురు. అనగా భూమి యందలి భిత్తికల స్వరూపము చెడకుండా వాటి వివరములను 'ప్రవేశ పెట్టబడిన' బావి ద్వారా గ్రహించు పద్ధతి అని అర్థము (పటము 8). ఈ పద్ధతిలో ఒక విద్యుదగ్రమును భూమి ఉపరితలముపై ఉంచి, రెండవ దానిని లోనికి ప్రవేశ పెట్టవలెను. ఇందువలన విశిష్ట నిరోధము గ్రహించగల్గుదుము. లేక రెండు విద్యుదగ్రములను భిత్తికలోనికి దింపి శక్మశక్తిని కొలవవచ్చును. భిత్తికలోనికి దింపు శలాకల (పరికరముల) ను భౌమ తలముపైనున్న శలాకలతో కలుపుటకు 'కేబుల్స్'ను



(పటము 8) వెల్ లాగింగ్ పద్ధతి.

వాడుదురు. 'కేబుల్' ఉదలికతో పాటు వచ్చిన సమాచారమంతా 'రికార్డు' గా వస్తుంది. దీనినే 'లాగ్' అంటారు.

భిత్తికల యొక్క మందము, లోతు, ప్రవేశన శీలత, నిర్మాణము, ఉపరితలము నుండే గ్రహించుటకు ఈ పద్ధతి తోడ్పడుచున్నది. భూమి ఉపరితలము నుండియే కొలవబడిన విద్యుత్ వాహక శక్తి, శక్మశక్తి, రేడియో ధార్మిక గుణములు, ప్రవేశన శీలత, మొదలైన భిత్తికా ధర్మముల నుండి ఆ భిత్తికయొక్క స్వరూప స్వభావములను గ్రహించగల్గుదుము. ఈ పద్ధతి ఒక విధముగా ప్రత్యక్ష సమాచారమునందచేయును. భిత్తికను తాకి, దాని రూపగుణ విశేషములను విధ్వంసము చేయకయే గ్రహించి తెలుపుచున్నందున 'వెల్ లాగింగ్' పద్ధతిని విద్యుత్పద్ధతులతో పాటు అనుసంధానించి పరిశీలనలు జరపవలసిన అవశ్యకత యున్నది.

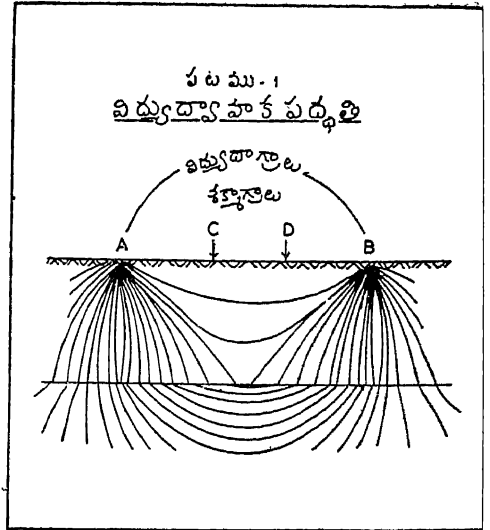
డా॥ వి.వి. జగన్నాథ శర్మ

ఈ విశిష్ట నిరోధక శక్తి 'సల్ఫుయిడ్' లకు .01 నుండి అనేక వోల్ట్ మీటర్ల వరకు, అగ్ని శిలలకు  $10^2$  నుండి  $10^4$  వోల్ట్ మీటర్ల వరకును, అవసాదన శిలలకు 10 నుండి  $10^2$  వోల్ట్ మీటర్ల వరకును ఉండవచ్చును. అవసాదన శిలలు అప్రస్థిత స్థితిలో నున్నప్పుడు ఈ వి.ని.శక్తి వాటి యందలి జలము యొక్క విద్యుద్విశ్లేషక శక్తిపై ఆధారపడి యుండును.

ఈ క్రింది పట్టికలో వివిధ ఖనిజముల విశిష్ట నిరోధక శక్తి ఓ.మీ. లలో చూపబడినది.

ఖనిజము	వి.ని.శ. వో. మీ.
మేగ్నెటైట్	.001
గ్రాఫైట్	.0008
హెమటైట్	10,000
పైరైట్	.05
గెలీనా	.005
క్వార్ట్జ్	$10^5$
గ్రెనైట్	$10^4$
గాల్వో	$10^9$
చమురు	$10^9$

2. విద్యుద్వాహక పద్ధతులలో విద్యుచ్ఛక్తిని భూమిలోనికి పంపించి, లేక ప్రేరేపించి, భూ భిత్తికలు వ్యష్టిగా గాని, విజాతీయమైనచో సమష్టిగా గాని ఒనగిన నిరోధక శక్తిని కొలవవచ్చును. సహజముగా విద్యుద్వాహక పద్ధతులలో నాలుగు విద్యుదగ్రములందును. ఇందులో బహిరగ్రముల నుండి విద్యుత్తును పంపుచూ మధ్యాగ్రముల నుండి విద్యుత్ శక్తిని కొలిచెదరు. (పటము 2) మధ్యాగ్రములు గ్రహించిన వ్యాపిత శక్తిని శక్తిమాపకమున కందించెదరు. లోహ విద్యుదగ్రమును వాడినప్పుడు ధృవణ శక్తియు ఏర్పడు అవకాశమున్నందున నిధృవణ విద్యుదగ్రములను

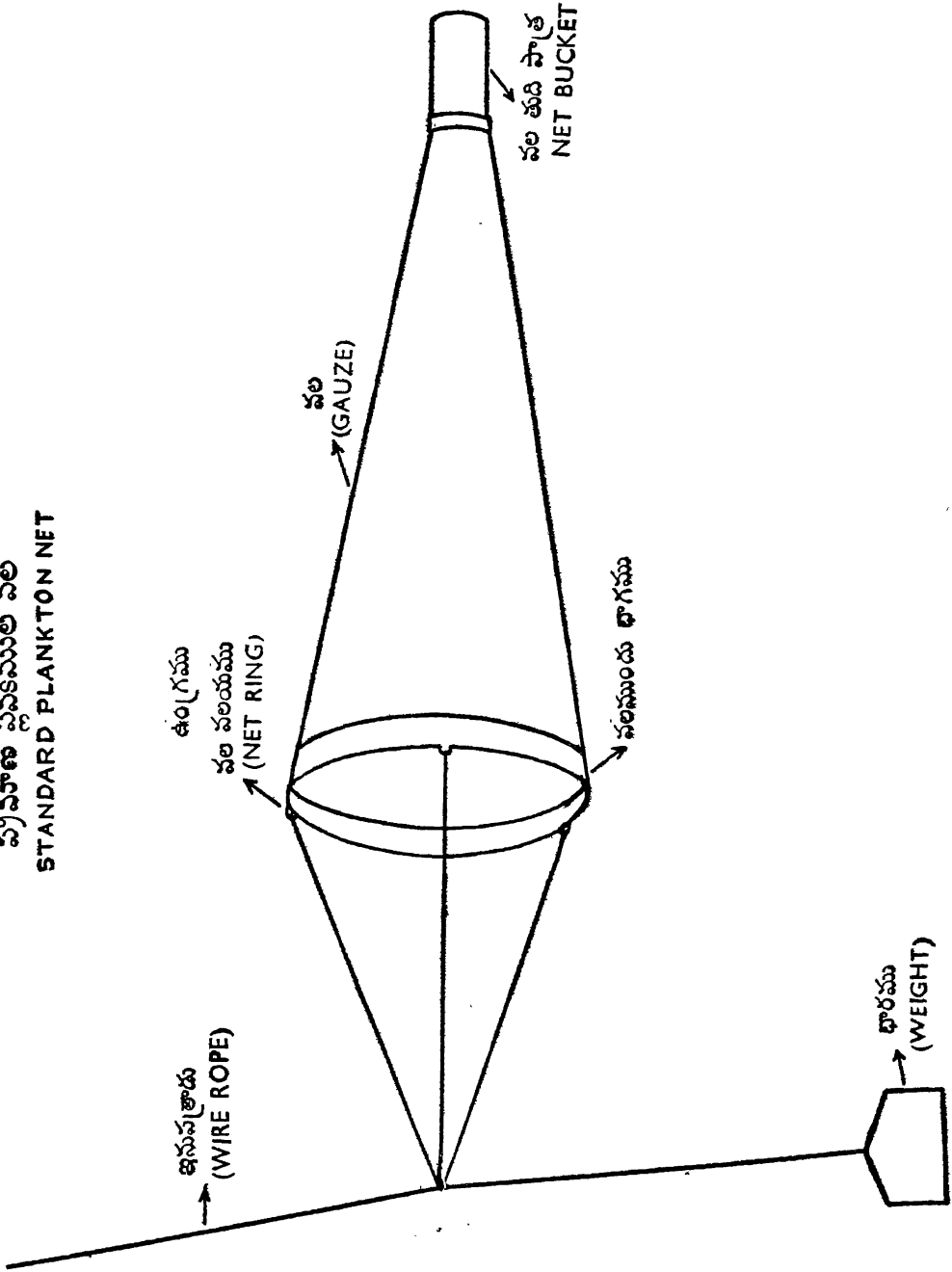


(పటము 2) విద్యుద్వాహక పద్ధతి.

వాడుటగాని, ఏకాంతర ప్రవాహము లేక అపక్రమ ప్రవాహములలో విద్యుత్తును పంపుట గాని చేయవలెను. కొలచిన శక్తిశక్తికి, విద్యుత్తుకు ఉన్న నిష్పత్తిని, విద్యుదగ్రముల మధ్య దూరముపై ఆధారపడిన, గుణకముతో గుణించిన విశిష్ట నిరోధక శక్తి వచ్చును. భూమి పొరలు విజాతీయ గుణములో నున్నప్పుడు నిజ విద్యుద్నిరోధక మునకు బదులు మనకు దృశ్యమాన విద్యుద్నిరోధక శక్తి ప్రాప్తించును. దీని నుండి పొరల యందలి గుణ విశేషములను భాష్యీకరించ వచ్చును. షీలిజ సమాంతర దిశలో భూమి యందున్న నిక్షిప్త విశేషములను కనుగొనవలెనన్న విద్యుదగ్రముల కేంద్రమును సమాంతరమునకు వ్యాప్తిచేయవచ్చును. ఈ పద్ధతిని 'రేఖా విద్యుదగ్ర పద్ధతి' అందురు.

విద్యుద్వాహక పద్ధతులకు ముఖ్య అవరోధ మొకటున్నది. ఇదే పొరల యందలి తేమ. తేమ యొక్క రసాయన శక్తి కూడా మరొక కారణము. తేమ యొక్క విద్యుద్వాహక శక్తి మారుచుండుట వలన భిత్తిక విశిష్ట నిరోధము కూడా భిన్నముగా కన్పించుచుండును. ఇవి గాక పొరలలో 'అంబ మాన-సమాంతా' దిశలలోని పదార్థ వైవిధ్యము

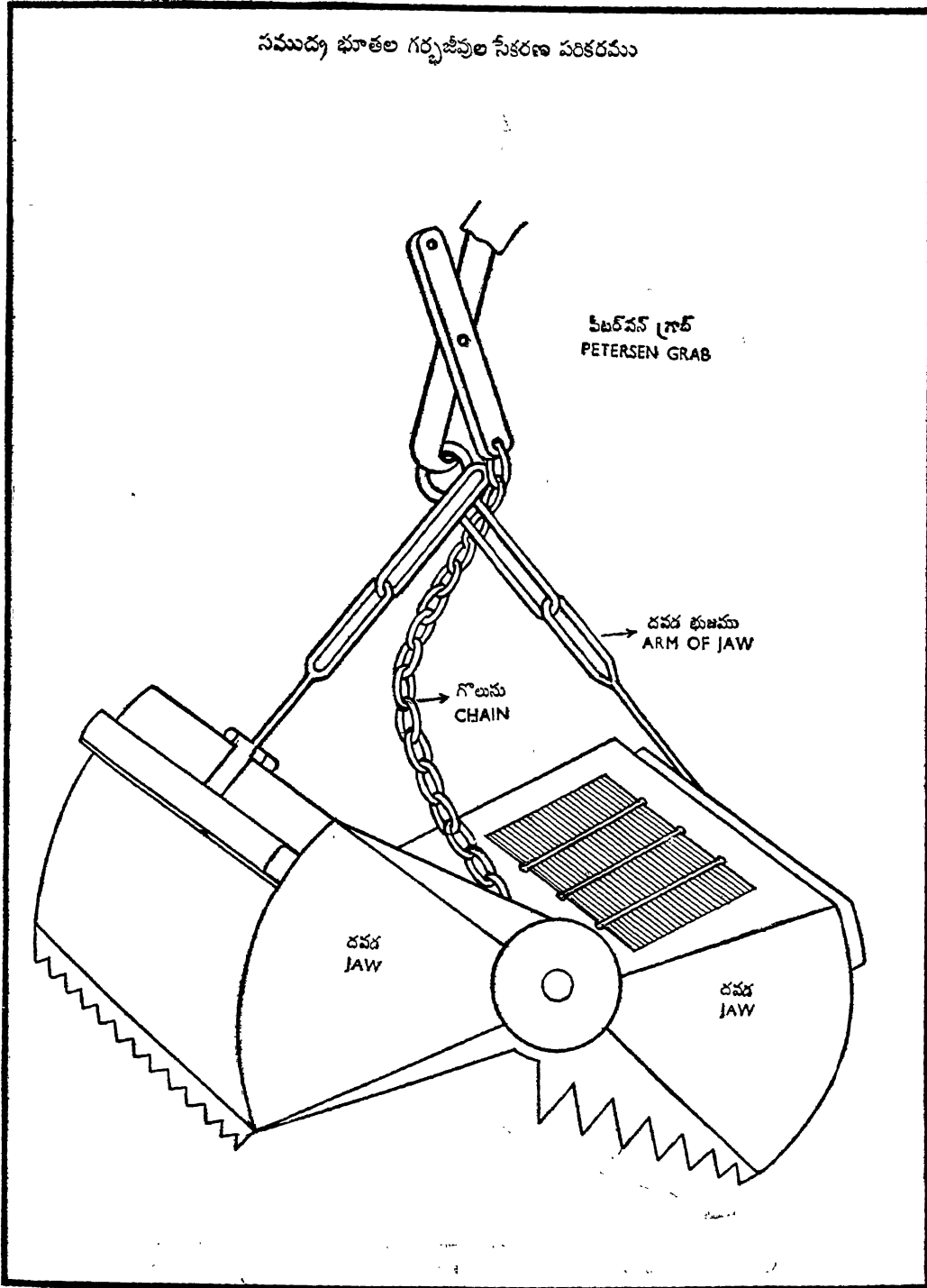
ప్రమాణ స్వచక్రముల చల  
STANDARD PLANKTON NET



చిత్రము 2. ప్రమాణ స్వచక్రముల చల



సముద్ర భూతల గర్భజీవుల సేకరణ పరికరము



పటము 81. సముద్ర భూతల గర్భజీవుల సేకరణ పరికరము

జైవిక సాగర విజ్ఞాన శాస్త్రం (Biological Oceanography) యొక్క శక్తిత అనంతం. మానవుని సహజ సిద్ధ విశేష కలాపాలే కాకుండా, సాగర వ్యవసాయం ద్వారా మాంసకృత్తుల కొరతను తీర్చడం, అహార సంపాదనను పెంపొందించడం మొదలగునవి కూడ యీ జీవ సాగర విజ్ఞాన అన్వేషణ ద్వారా చేపూరకం సత్ఫలితాలు. ప్రపంచపు వివిధ ప్రాంతాలలోని సముద్ర జీవాలను, సంపాదించి విశ్లేషణము చేయడం పలు రకాలుగా జరుగుతుంది. దీనికి ఆవశ్యకమైన పరికరాలు (1) ప్లవక పరి, (2) పీటర్ సన్ గ్రాబ్. (చూ : పటము 2; పటము 3;)

ఇంతవరకు విజ్ఞానశాస్త్ర రీత్యా వెనుకబడి ఉన్న హిందూ మహాసముద్రం ఈ మధ్య కాలంలో

అంతర్జాతీయ శాస్త్రజ్ఞుల బృందాన్ని ఆకర్షించింది. వివిధ రాజ్యాలలోని నిపుణులు, నౌకలు, పని చేయడం ఆరంభింపమైనది. 1959-64 సంవత్సరాలలో “అంతర్జాతీయ హిందూ మహాసముద్ర అన్వేషణ” అనే పథకం క్రింద అనేక దేశాల నౌకలు హిందూ మహాసముద్ర పరిశోధనలో పాల్గొన్నాయి. హిందూ మహాసముద్రాన్ని అనుకుని ఉన్న దేశాలన్నీ యీ పరిశోధనల ద్వారా ఎంతో ప్రయోజనాన్ని పొందేయి. సాగర జీవాల క్లిష్టతను తెలుసుకొని తద్వారా మాంసకృత్తుల లోపాలను తొలగించుటే జైవిక సాగర విజ్ఞాన శాస్త్రం యొక్క ముఖ్యోద్దేశము.

శ్రీ. కె. హనుమంతరావు.

## 225. సముద్ర భౌతిక శాస్త్రము

నిజానికి, శాస్త్రం అంటే అర్థం, విశ్వంలో-అందులో ముఖ్యంగా మన ప్రపంచంలో-జరుగుతున్న అన్ని సంఘటనల యొక్క క్రమ బద్ధమైన విజ్ఞానము. భౌతిక, గణితశాస్త్రాలు సంకీర్ణంగా మేళవించబడిన కారణాన సముద్ర భౌతిక శాస్త్రం పురోభివృద్ధి గాంచిన అనువర్తిత శాస్త్రాల (Applied Sciences) లో ఒకటిగా ఎన్నికయింది.

భూతలం మీద సుమారు నాల్గింటి మూడు వంతులు (71 శాతము) సముద్రాలే ఆక్రమించు కొని ఉన్నవన్న విషయం అందరికీ తెలిసినదే. హిమాలయాల ఎత్తుతో పోల్చదగిన లోతులు

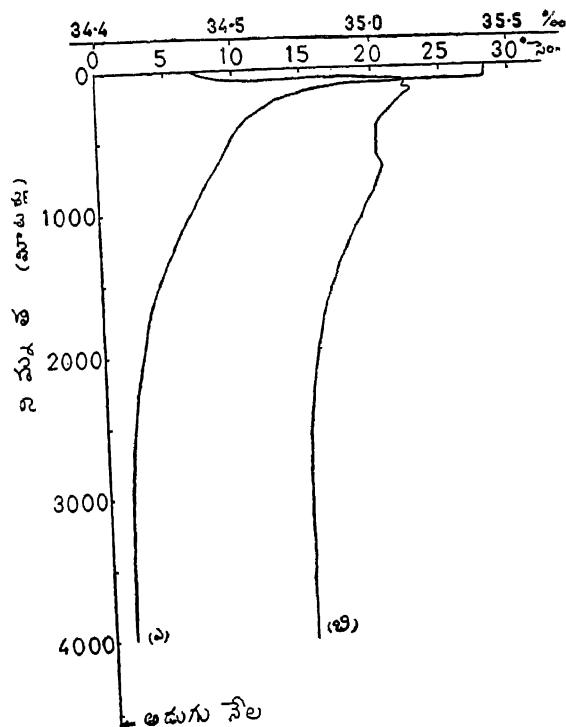
ప్రపంచ సముద్రాలలో అనేక చోట్ల కానవస్తాయి. ఇంతటి విస్తీర్ణం, లోతూ కలిగిన సముద్ర జల రాశిలో సంభవించే భౌతిక ప్రక్రియలు (Physical Phenomena) అంత్యంత విజ్ఞానాసక్తిదాయకమైనవి.

ఉష్ణోగ్రత (Temperature) :-

సముద్రోపరితల భాగపు ఉష్ణోగ్రత అన్నిటి కన్న సులభంగా కొలవడానికి వీలైన భౌతిక ధర్మం (Physical Property). ఈ ఉష్ణోగ్రతను గురించి తెలిసికోవలసిన అవశ్యకతను ఎన్నో

కారణాలున్నాయి. ఉదాహరణకు, జలచరాల అండాల్నా, వాటి నుండి వెలువడిన చిరుజీవాలు, నీటిమీద తేలిపోవుచుండడం వలన, ఆ యా జాతుల ననుసరించి ప్రత్యేకమైన ఉష్ణోగ్రతలుండే గాని అవిబ్రతుకలేవు. ఉష్ణోగ్రతలు ప్రతికూలంగా

గల తావులను వదిలి అనేక, జలచరాలు అనుకూల పరిస్థితులు గల పరిసరాలకు తరలి పోతాయి. జల చరాల మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం మధ్య ఆంధ్ర ప్రాంతాలలో ప్రధానంగా కానవస్తుంది. భూ మధ్య రేఖ ప్రాంతాల నుండి వచ్చే కవోష్ణ ప్రవాహాల



పటము 1. ఉష్ణోగ్రత, అవశీయతలు లోతుననుసరించి పొందు పరివర్తన రీతులు ; ఇందు (ఎ) ఉష్ణోగ్రత రీతిని, (బి) అవశీయత రీతిని తెలియజేయును.

ధ్రువ ప్రాంతం నుండి వచ్చే శీతల ప్రవాహాల, మధ్య పరస్పర ప్రభావం ఆక్కడ ఎక్కువగా ఉండడమేదీనికి కారణం.

సముద్రోపరితల ఉష్ణోగ్రత భూమధ్య రేఖ నుండి ధ్రువ ప్రాంతాల వైపు తగ్గకూ మారుతుంది. భూమి ఉపరితలం మీద ప్రసరించే సౌర వికిరణం

చెందే మార్పుల వలననే యిది సంభవిస్తుంది. సూర్యుని కిరణాలు నిట్టనిలువుగా పడడం వలన భూమధ్య రేఖ ప్రాంతంలోని సముద్ర జలాలు వేడెక్కుతాయి. ధ్రువాల వైపు పోయేకొద్దీ భూమి ఉపరితలము వక్రమవదం వలన ఏటవాలు కిరణాలు మాత్రమే లభించి సూర్యరశ్మి తీవ్రత సన్నగిల్లి పోతుంది. అదీగాక, భూ వ్రమణ కక్ష్యాతలానికి

ధృవాక్షం (Polar axis) లంబ దిశలోగాక,  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  ఏటవాలుగా ఉన్నందున, సవత్సరం పొడవునా కాక కొన్ని నెలలకు మాత్రమే ధృవ ప్రాంతాలలోని సూర్యరశ్మి పరిమితమై ఉంటుంది. అకారణంగా ధృవాలను సమీపించేకొద్దీ ఉష్ణోగ్రతలు  $0^{\circ} \text{C}$  కంటే క్రిందికి పడి  $-2^{\circ} \text{C}$  దిగ్గింకు పడేసరికి నీరు గడ్డకట్టడం ప్రారంభమయి సముద్రపు గడ్డమంచు (Sea Ice) ఏర్పడుతుంది.

లోతునకు పోను పోను సముద్ర జలంలో సాధారణంగా ఉష్ణోగ్రత ఎలా మారుతుందో 1.వ. పటములో చూపించబడింది. ఉపరితలం నుండి కొంతలోతు వరకు ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉండి తర్వాత లోతునకు పోవుకొద్దీ ఉష్ణోగ్రత అతి త్వరగా తగ్గిపోతుంది. అటు పేమ్మట అగాధ జలాలలో నీటి ఉష్ణోగ్రత

నెమ్మదిగా తగ్గుతుంది. సుమారు 200 మీటర్ల లోతుకుపోయిన తర్వాత సముద్రజలాల ఉష్ణోగ్రత భౌగోళిక ప్రాంతాన్ని సరించి ఏదో ఒక ప్రమాణం వద్ద స్థిరంగా నిలిచి పోతుంది. ఋతువుల క్రమంలో సముద్రోపరితల ఉష్ణోగ్రతలు తీవ్రంగా మారుచెందుతున్నా, అంతర్భాగాలలోని ఉష్ణతా క్రమం మట్టుకు మారక స్థిమితంగా ఉండడం సముద్ర జలాల ఉష్ణోగ్రతా విస్తరణలో ఒకవిశేషం.

**సంపూర్ణ లవణీయత (Total Salinity) :**

వెయ్యి గ్రాముల జరువుండే సముద్ర జలంలో కరిగి యుండే అన్ని లవణాల మొత్తము పరిమాణాన్ని (గ్రాములలో) “సంపూర్ణ లవణీయత” (Total Salinity) అనవచ్చును. సముద్రపు నీటిలో కరిగియున్న ముఖ్యమైన లవణ పదార్థాల జాబితా 1. వ. పట్టికలో ఇవ్వబడింది.

### 1. వ పట్టిక

సముద్ర జలంలో ముఖ్యలవణ అయానుల విస్తరణ

లవణ అయానులు (Ions)		పరిమాణం % సహస్రాంశంలో
క్లోరైడ్	(Chloride, $\text{Cl}^-$ )	18.9792
సల్ఫేట్	(Sulphate, $\text{SO}_4^-$ )	2.6486
బైకార్బోనేట్	(Bicarbonate, $\text{HCO}_3^-$ )	0.1397
బ్రోమైడ్	(Bromide, $\text{Br}^-$ )	0.0646
ఫ్లోరైడ్	(Flouride, $\text{F}^-$ )	0.0018
సోడియం	(Sodium, $\text{Na}^+$ )	10.5561
మెగ్నీషియం	(Magnesium, $\text{Mg}^{++}$ )	1.2720
కేల్షియం	(Calcium, $\text{Ca}^{++}$ )	0.4001
పొటాషియం	(Potassium, $\text{K}^+$ )	0.3800
స్ట్రోంషియమ్	(Strontium, $\text{Sr}^{++}$ )	0.0133
మొత్తం	Total	34.4556

ప్రఖ్యాత సముద్ర శాస్త్రవేత్త కీ. శే॥ ప్రొఫెసర్ స్వర్ణాపు సేకరణ

భూగోళం పై సూర్య చంద్రుల గురుత్వాకర్షణ వలన సముద్ర జలాలలో పోటు పాటులు ఏర్పడి ఇంకొక రకమైన కెరటాలు జనిస్తున్నాయి. అయితే యీ కెరటాలు తీరప్రాంతం మట్టుకు పరిమితమై ఉంటాయి. సాంద్రతా వ్యత్యాసం అధికమైన ప్రాంతాలలో కలపం (Perturbation), రేగి సముద్రాంతర్యాలలో నైతం దీర్ఘతరంగాలు ఏర్పడతాయి. కొన్ని మహాసముద్రాల అడుగు భాగాలలో సంభవించే అగ్నిపర్వత ప్రేరేపకవలన భయంకరమైన కెరటాలు ఉద్భవిస్తుంటాయి. “తునామీ” (Tsunami) అనబడే ఈ కెరటాలు బహుదూరం ప్రయాణించేసి తీరప్రాంత నిర్మాణాలకు, తీరవాసులకు, నావికులకు తీరని నష్టకష్టాలు కలిగించునంత తీవ్రమైనవి. అద్భుతము కొద్దీ తునామీలు చాల అరుదయినా, జపాన్ దీవుల ప్రాంతాలలో తరచు కలుగుతుంటాయి.

### ఉష్ణ సంతృప్తం (Heat budget)

ఉష్టానికి మహాసముద్రాలు నెలవులు. సముద్రానికి తనలో ఎంతో ఉష్ణశక్తిని ఇముడ్చుకోగల సామర్థ్యం ఉంది. వికరణ సౌరశక్తిని గాలి తనలో నేరుగా దాచుకోలేదు. కనుక సూర్యరశ్మి వాయుమండలంలో స్వేచ్ఛగా ప్రయాణం చేసి భూమి యొక్క, సముద్రం యొక్క ఉపరితలాల మీద చేరుతుంది. నిట్ట నిలువు కిరణాల ప్రభావంవలన అయన రేఖలమధ్య లభించే వేడిమి చాలా ఎక్కువ. ఈ వేడిమి యితర విధాల వినియోగపడే అవకాశం లేకపోతే, అయన రేఖల మధ్యగల సముద్రపునీరు అమితంగా వేడెక్కి మరిగిపోయేది. ఈ ప్రమాద పరిస్థితి ఏర్పడకుండా, ఉష్ణాధికృత శ్చయం పొందే అనేక భౌతిక విధానాలున్నాయి. ఉష్ణాధికృతలో అధిక భాగం బాష్పీభవనం (Evaporation) ద్వారాను గ్రాహకోష్ఠ (Sensible heat) రూపంలోను తిరిగి గాలిలోకి పోతుంది. ద్రవ పదార్థమైన

నీరు వాయుపదార్థంగా (ఆవిరిగా) మారునప్పుడు తనతో కొనిపోయే ఉష్ణశక్తి ఇంతంత కాదు. సముద్రం నుండి ఆవిరి అయ్యే ప్రతి గ్రాము నీరు 590 కెలోరీల వేడిమిని తనలో శోషించుకుంటుంది. కంటికి కనబడకుండా ఎల్ల వేళల జరిగే బాష్పీభవన ప్రక్రియ సంవత్సరమనకు సుమారు ఒక మీటరు లోతు నీళ్ళను ఆవిరి రూపంలో వాయు మండలానికి సరఫరా చేస్తోంది. గ్రాహకోష్ఠం (Sensible heat) బాష్పీభవనాని కనసరమయ్యే ఉష్ణశక్తిలో పదిభాతముంటుంది. ఈ విధంగా సముద్రపు నీటినుండి (ముఖ్యంగా అయన రేఖల మధ్య నుండి) గాలిలోకి పోతున్న ఉష్ణమెన్ని లక్షల, కోట్ల కెలోరీలో హిమించవచ్చు.

ఈ నీటియావిరి, గాలిలో కలిసి, వాయుమండలంలో పైకెగసి, మేఘాలుగా మారినప్పుడు ఆవిరిలో దాగిన గుప్తోష్ణము వాతావరణ ప్రక్రియలకు పయోగకరమైన రూపంలో లభిస్తుంది. ద్రవీభవనం చెందిన ఈ ఆవిరే వర్షం గాను, మంచు (Snow) గాను తిరిగి భూతలాన్ని చేరుతుంది.

నైరుతి ఋతుపవనాలు, అనేక వేల మైళ్ళ దూరం, సముద్రము మీద ప్రయాణం చేసి పడమటి కనుమలను తాకడం మూలాన కలిగే వర్షపాతం, దాని వలన మనకు లభించే అనేక ప్రయోజనాలు, బాష్పీభవన ప్రక్రియలకు గల ప్రాముఖ్యాన్ని విశదం చేయగలవు.

సముద్రోపరితల ప్రవాహాల మూలాన కూడ అయన రేఖల మధ్యగల ప్రాంతంలో ఉద్భవించిన అత్యధిక ఉష్ణము ఉన్నతశాఖలకు కొనిపోబడుతోంది. ఈ ప్రవాహాలు ఆ విధంగా సమశీతోష్ణ మండలాలలోను, శీతల మండలాలలోను, సముద్రాలలో వికరణఉష్టాన్ని సమకూరుస్తున్నాయి. అందువలన ఆ ప్రాంతాల ఉష్ణోగ్రత తక్కువ స్థాయిలో ఉన్నా, స్థిరంగా ఉండడానికి వీలుపడు

తుంది. ఈ ఉష్ణప్రవాహాల మీదుగా వీచి పశ్చిమ పవనాలు వేడిమిని సేకరించి మధ్య ఆక్షాంశాలలోని పశ్చిమఖండతీర ప్రాంతాల వాతావరణాన్ని కలుగ జేస్తున్నాయి.

**సాధారణ ప్రసరణం (General Circulation) :**

భూ మధ్యరేఖా ప్రాంతం నుండి ధ్రువ ప్రాంత ఆక్షాంశముల వరకు ఉత్తర - దక్షిణ దిశలలో వ్యాపించియున్న మహా సముద్రాలు - అట్లాంటిక్, పసిఫిక్, మరియు దక్షిణ హిందూ మహాసముద్రములు. ఈ మహాసముద్రాలలోని సాధారణ ప్రసరణం అతి ఆసక్తిదాయకమైనది. ఉత్తరార్ధ దక్షిణార్ధ గోళాల రెండింటిలోను సముద్ర సాధారణ ప్రసరణలు ఒక దానికొకటి ప్రతిబింబాలవలె గోచరిస్తాయి. ఈ ప్రసరణలు భూమధ్యరేఖకు దగ్గరగా ప్రారంభమై పడమటి దిక్కుగా ప్రవహించి, సముద్రపు పడమటి అంచున ఊర్ధ్వ ఆక్షాంశాల వైపు మళ్ళి, కొంత దూరం సాగి, ఆపై తూర్పు దిశగా తిరిగి ప్రయాణించి సముద్రపు తూర్పుఅంచున తిరిగి భూమధ్యరేఖ వైపుగా ప్రవహించి, ఉత్తరార్ధ గోళంలో సవ్యము (Clockwise) గాను, దక్షిణార్ధ గోళంలో, అవసవ్యము (Anti Clockwise)గాను పయనించు చున్నవి. ప్రపంచ విఖ్యాతి చెందిన ఉత్తర అట్లాంటిక్‌లోని 'గల్ఫు స్ట్రీమ్' (gulf stream). ఉత్తర పసిఫిక్‌లోని కరోషియో (Kuro shio) లు ఈ సాధారణ ప్రవాహాల శాఖలే. ఇవి మహాసముద్రాల యొక్క పశ్చిమ సరిహద్దును ఆనుకొని సాగే మిక్కిలి వడిగల కవోష్ట ప్రవాహాలు.

సాధారణ ప్రసరణలకు ఇంకొక గమనార్హమైన లక్షణమున్నది. వీటి ఉత్తర శాఖ పడమటి పవనాల నుండి, దక్షిణశాఖ తూర్పు పవనాల నుండి, గతి శక్తిని గ్రహించి ప్రవహింప గలుగుతున్నాయి.

వాయు మండలానికి సముద్రాలకూ గల అవినాభావ సంబంధానికి ఇది ఒక మంచి దృష్టాంతం.

**స్థానిక ప్రసరణలు (Local Circulations)**

స్థానిక ప్రసరణలు, సాధారణ ప్రసరణలకు, భిన్నంగా ఉంటాయి. వీని ప్రసరణ దిశలు, వేగాలు, ఋతుక్రమాన్ను సుసరించి వీచే గాలులపై, పోటు పాటులపై, సముద్రం యొక్క ఆధోతలపు నిమోన్నతాలపైన కూడ ఆధారపడి యుంటాయి.

**జలోద్గమం (Upwelling) :**

అనుకూల పవనాలు వీచేటప్పుడు సముద్రతీరం నుండి ఉపరితల జలం, తీరానికి దూరంగా సముద్రంలోకి నెట్టి వేయబడుతుంటుంది. ఈ పరిస్థితులలో ఆధోభాగంలో గల సముద్ర జలంపైకి వస్తుంది. ఈ విధంగా పైకి వచ్చే ప్రసరణను "జలోద్గమం" అంటారు. ఈ ప్రసరణాన్ని కేవలం స్థానిక మైనదిగానే పరిగణించాలి. ప్రసరణ వేగం తక్కువైనా, ఉపరితల సముద్ర జల లక్షణాలపై ఈ జలోద్గమానికి ప్రత్యేకమైన ప్రభావం ఉంది.

ప్రపంచపు సాధారణ శీతోష్ణ స్థితి మీద -ముఖ్యంగా ప్రాంతీయ వాతావరణ పరిస్థితుల మీద- సముద్రాలకు అమితమైన ప్రభావం ఉందనే విషయం రూఢి అయింది. సముద్రోపరితలానికి వాయు మండలానికి మధ్య నిత్యము కొనసాగే పరస్పర భౌతిక సంమర్షణ ప్రక్రియలే యీ ప్రభావానికి ముఖ్యకారణం. మన దేశానికి వ్యావసాయికంగానూ ఆర్థిక పరంగాను, అత్యంత ప్రాముఖ్యమైన వాయు ప్రసరణయే, వేసవిలో వీచే నైఋతి ఋతుపవనమని పేర్కొన్నాం. దీని ఉద్భవ కారణాలేవైనా, అది కలుగజేసే వర్షపాతం మీద అనేక దక్షిణాగ్నేయ ఆసియా దేశాలు, తూర్పు ఆఫ్రికా దేశాలు ఎంతో ఆధారపడి ఉన్నాయి. ఈ ఋతుపవన ప్రభావం, దూర ప్రాచ్య దేశంయిన చైనా, జపాన్, ఫిలిప్పీన్స్ మీద కూడ ఉన్నట్లు క్రిందటి దశాబ్దంలో

ఈ లవణ పదార్థాలన్నీ ఎక్కడ పరిశీలించినా పరస్పర పరిమాణ సంబంధం (Proportionality) గలిగి ఉండడం విచిత్రము! దీని మూలంగా మచ్చుగా తీసుకొన్న సముద్ర జలంలో గల ఒక లవణం యొక్క పరిమాణం నిర్ణయించి నట్టయితే మిగిలిన లవణాల వేర్వేరు పరిమాణాలను లెక్కగట్టి చెప్పవచ్చు

ఉష్ణోగ్రత తరువాత, ముఖ్యమైన భౌతిక అంశం సంపూర్ణ లవణీయత. ఈ రెండు అంశాల నుండి సముద్రపు నీటి లక్షణాలనెన్నింటినో నిర్ణయించ దానికి వీలవుతుంది. నిజానికి సముద్ర ప్రవాహాల యొక్క వేగాలనుగూడ నిర్ణయించవచ్చు. సంపూర్ణ లవణీయత లోతుతో పలువిధాలుగ మారుతుంది. ఒకానొక చోట జరిగిన మార్పు పటము 1. (బి)లో చూపించబడింది. సముద్రోపరితల భాగంలో సంపూర్ణలవణీయత సాధారణంగా కొంచెం తక్కువగా ఉంటుంది.

ఈ ఉపరితల సంపూర్ణ లవణీయత వర్షపు నీటి పరిమాణంపై ఆధారపడి ఉంటుంది. బాష్పీభవనం ఉపరితల భాగానికే పరిమితమైన భౌతిక ప్రక్రియ (Process). ఉష్ణోగ్రత ననుసరించి జరిగే యీ ప్రక్రియ మంచినీటిని మాత్రమే ఆవిరిగా మార్చ గలగడం వలన, ఉపరితల భాగం యొక్క లవణీయత, ఈ ప్రక్రియ వలన, పెరుగుతుంది. ఈ లవణీయతపై తీరప్రాంతాల ప్రభావం కూడ ముఖ్యమైన దేను. నదీ నదాలు కొనివచ్చే మంచినీరు ఆయా ప్రాంతాల సముద్ర జలాలలో గలిసి లవణీయతను తగ్గిస్తుంది.

కరిగియుండే లవణాం ప్రభావంవలన సముద్ర జలసాంద్రత అదే ఉష్ణోగ్రతగల శుద్ధ జలసాంద్రత కంటే ఎక్కువగా ఉంటుంది. అందుచేత సముద్ర జలసాంద్రతలోని మార్పులకు ఉష్ణోగ్రతలో గాని, సంపూర్ణ లవణీయతలో గాని లేదా రెండింటిలో

గాని కలిగే మార్పులే ప్రధాన కారణాలు. వైనుండు జలరాశి యొక్క ఒత్తిడి వలన సాంద్రతలో సంభవించే పెరుగుదల అతిస్వల్పం.

ఎన్నో లవణ పదార్థాలను అత్యధిక పరిమాణాలలో కరిగించుకొనే శక్తి గలదై నందున, సముద్ర జలం - ఎన్నో పోషక పదార్థాల (Nutrients) నే గాక ప్రాణ వాయువు, బొగ్గు పులుసు వాయువు మొదలైన కీలక వాయువులను కూడ తనలో ఇముడ్చుకొని ఉంది. ఈ భౌతిక ధర్మమే సముద్రాలలోని జంతు, శాఖా జాలాల ఉనికికి, మనుగడకు కారణ భూతమై యుంది.

### కాంతి వ్యాపనం (Light Penetration)

సూర్యుని నుండి వచ్చే వేడి, వెలుతురు గల వికిరణం (Radiation) సముద్రోపరి తలాన్ని తాకి, లోనికి చొచ్చుకొని పోతున్నప్పుడు సముద్ర జలంచేత శోషింప బడుతూ, సుమారు 200 మీటర్ల లోతుకి పోయే సరికి, గమనించడానికి వీలు లేనంతగా షీడించి పోతుంది. సముద్రాలలోని శాఖా జీవాలు ఈ పొరలోనే ఉద్భవించి సాంద్రీకృతమై మత్స్య జాలానికి మంచి ఆహారముగా లభిస్తున్నాయి.

### శబ్ద వ్యాపన (Sound Propagation)

శబ్ద వ్యాప్తికి సముద్ర జలము ఎంతో తోడ్పడుతుంది. గాలిలో కంటే సుమారు నాలుగింతల ఎక్కువ వేగంతో శబ్దతరంగాలు సముద్ర జలంలో పయనింపగలిగడమే కాక ఎంతో దూరము కూడ చొచ్చుకొని పోగలవు. సముద్ర జలంయొక్క ఈ భౌతిక లక్షణాన్ని ఆధారంగా చేసుకొని సముద్రయానా (Navigation)నికి ఉపయోగపడే అనేక రకాలయిన పరికరాలు తయారవుతున్నాయి.

### అలలు, తెరటాలు (Waves):

సముద్రతలం మీద బలంగా వీచే గాలుల తాకిడి శక్తి (Stress) వలన అలలు ఉద్భవిస్తాయి.

భూగోళం పై సూర్య చంద్రుల గురుత్వాకర్షణ వలన సముద్ర జలాలలో పోటు పాటులు ఏర్పడి ఇంకొక రకమైన తెరటాలు జనిస్తున్నాయి. అయితే యీ తెరటాలు తీరప్రాంతాల మట్టుకు పరిమితమై ఉంటాయి. సాంద్రతా వ్యత్యాసం అధికమైన ప్రాంతాలలో కలపం (Perturbation), రేగి సముద్రాంతర్యాగాలలో నైతం దీర్ఘతరంగాలు ఏర్పడతాయి. కొన్ని మహాసముద్రాల ఆడుగు భాగాలలో సంభవించే అగ్నిపర్వత ప్రేక్షకవలన భయంకరమైన తెరటాలు ఉద్భవిస్తుంటాయి. “త్సునామీ” (Tsunami) అనబడే ఈ తెరటాలు బహుదూరం ప్రయాణించేసి తీరప్రాంత నిర్మాణాలకు, తీరవాసులకు, నావికులకు తీరని నష్టకష్టాలు కలిగించునంత తీవ్రమైనవి. అదృష్టము కొద్దీ త్సునామీలు చాల అరుదయినా, జపాన్ దీవుల ప్రాంతాలలో తరచు కలుగుతుంటాయి.

### ఉష్ణ సంతృప్తం (Heat budget)

ఉష్ణానికి మహాసముద్రాలు నెలపులు. సముద్రానికి తనలో ఎంతో ఉష్ణశక్తిని ఇముడ్చుకోగల సామర్థ్యం ఉంది. వికరణ సౌరశక్తిని గాలి తనలో నేరుగా దాచుకోలేదు. కనుక సూర్యరశ్మి వాయుమండలంలో స్వేచ్ఛగా ప్రయాణం చేసి భూమి యొక్క, సముద్రం యొక్క ఉపరితలాల మీద చేరుతుంది. నిట్ట నిలువు కిరణాల ప్రభావం వలన ఆయన రేఖలమధ్య లభించే వేడిమి చాలా ఎక్కువ. ఈ వేడిమి యితర విధాల వినియోగపడే అవకాశం లేకపోతే, ఆయన రేఖల మధ్యగల సముద్రపునీరు అమితంగా వేడెక్కి మరిగిపోయేది. ఈ ప్రమాద పరిస్థితి ఏర్పడకుండా, ఉష్ణాధిక్యత క్షయం పొందే అనేక భౌతిక విధానాలున్నాయి. ఉష్ణాధిక్యతలో అధిక భాగం బాష్పీభవనం (Evaporation) ద్వారాను గ్రాహకోష్ణ (Sensible heat) రూపంలోను తిరిగి గాలిలోకి పోతుంది. ద్రవ పదార్థమైన

నీరు వాయుపదార్థంగా (ఆవిరిగా) మారునప్పుడు తనతో కొనిపోయే ఉష్ణశక్తి ఇంటింత కాదు. సముద్రం నుండి ఆవిరి అయ్యే ప్రతి గ్రాము నీరు 590 కెలోరీల వేడిమిని తనలో శోషించుకుంటుంది. కంటికి కనబడకుండా ఎల్ల వేళం జరిగే బాష్పీభవన ప్రక్రియ సంవత్సరమునకు సుమారు ఒక మీటరు లోతు నీళ్ళను ఆవిరి రూపంలో వాయు మండలానికి సరఫరా చేస్తోంది. గ్రాహకోష్ణం (Sensible heat) బాష్పీభవనాని కవసరమయ్యే ఉష్ణశక్తిలో పదిశాతముంటుంది. ఈ విధంగా సముద్రపు నీటినుండి (ముఖ్యంగా ఆయన రేఖల మధ్య నుండి) గాలిలోకి పోతున్న ఉష్ణమెన్ని లక్షల, కోట్ల కెలోరీలలో ఉహించవచ్చు.

ఈ నీటియావిరి, గాలిలో కలిసి, వాయుమండలంలో పైకెగసి, మేఘాలుగా మారినప్పుడు ఆవిరిలో దాగిన గుప్తోష్ణము వాతావరణ ప్రక్రియలకు పయోగకరమైన రూపంలో లభిస్తుంది. ద్రవీభవనం చెందిన ఈ ఆవిరే వర్షం గాను, మంచు (Snow) గాను తిరిగి భూతలాన్ని చేరుతుంది.

నైరుతి ఋతుపవనాలు, అనేక వేల మైళ్ళ దూరం, సముద్రము మీద ప్రయాణం చేసి పడమటి కనుమలను తాకడం మూలాన కలిగే వర్షపాతం, దాని వలన మనకు లభించే అనేక ప్రయోజనాలు, బాష్పీభవన ప్రక్రియలకు గల ప్రాముఖ్యాన్ని విశదం చేయగలవు.

సముద్రోపతల ప్రవాహాల మూలాన కూడ ఆయన రేఖల మధ్యగల ప్రాంతంలో ఉద్భవించిన అత్యధిక ఉష్ణము ఉన్నతక్షాంశాలకు కొనిపోబడుతోంది. ఈ ప్రవాహాలు ఆ విధంగా సమశీతోష్ణ మండలాలలోను, శీతల మండలాలలోను, సముద్రాలలో వికిరణఉష్ణాన్ని సమకూరుస్తున్నాయి. అందువలన ఆ ప్రాంతాల ఉష్ణోగ్రత తక్కువ స్థాయిలో ఉన్నా, స్థిరంగా ఉండడానికి ఏలుపడు



తుంది. ఈ ఉష్ణప్రవాహాల మీదుగా వీచి పశ్చిమ పవనాలు వేడిమిని సేకరించి మధ్య ఆషాంశాలలోని పశ్చిమఖండతీర ప్రాంతాల వాతావరణాన్ని కలుగజేస్తున్నాయి.

**సాధారణ ప్రసరణం (General Circulation) :**

భూ మధ్యరేఖా ప్రాంతం నుండి ద్రవ ప్రాంత అక్షాంశముల వరకు ఉత్తర - దక్షిణ దిశలలో వ్యాపించియున్న మహా సముద్రాల - అట్లాంటిక్, పసిఫిక్, మరియు దక్షిణ హిందూ మహాసముద్రములు. ఈ మహాసముద్రాలలోని సాధారణ ప్రసరణం అతి ఆసక్తిదాయకమైనది. ఉత్తరార్ధ దక్షిణార్ధ గోళాల రెండింటిలోను సముద్ర సాధారణ ప్రసరణలు ఒక దానికొకటి ప్రతిబింబాలవలె గోచరిస్తాయి. ఈ ప్రసరణలు భూమధ్యరేఖకు దగ్గరగా ప్రారంభమై పడమటి దిక్కుగా ప్రవహించి, సముద్రపు పడమటి అంచున ఊర్ధ్వ అక్షాంశాల వైపు మళ్ళి, కొంత దూరం సాగి, ఆపై తూర్పు దిశగా తిరిగి ప్రయాణించి సముద్రపు తూర్పుఅంచున తిరిగి భూమధ్యరేఖ వైపుగా ప్రవహించి, ఉత్తరార్ధ గోళంలో సవ్యము (Clockwise) గాను, దక్షిణార్ధ గోళంలో, అపసవ్యము (Anti Clockwise)గాను పయనించుచున్నవి. ప్రపంచ విఖ్యాతి చెందిన ఉత్తర అట్లాంటిక్ లోని 'గల్ఫ్ స్ట్రీమ్' (gulf stream). ఉత్తర పసిఫిక్ లోని కరోషివో (Kuro shio) లు ఈ సాధారణ ప్రవాహాల శాఖలే. ఇవి మహాసముద్రాల యొక్క పశ్చిమ సరిహద్దును ఆనుకొని సాగే మిక్కిలి వడిగల కవోష్ట ప్రవాహాలు.

సాధారణ ప్రసరణలకు ఇంకొక గమనార్హమైన లక్షణమున్నది. వీటి ఉత్తర శాఖ పడమటి పవనాల నుండి, దక్షిణశాఖ తూర్పు పవనాల నుండి, గతి శక్తిని గ్రహించి ప్రవహింప గలుగుతున్నాయి.

వాయు మండలానికి సముద్రాలకూ గల అవినాభావ సంబంధానికి ఇది ఒక మంచి దృష్టాంతం.

**స్థానిక ప్రసరణలు (Local Circulations)**

స్థానిక ప్రసరణలు, సాధారణ ప్రసరణలకు, భిన్నంగా ఉంటాయి. వీని ప్రసరణ దిశలు, వేగాలు, ఋతుక్రమాన్ను సుసరించి వీచే గాలులపైన, పోటు పాటులపైన, సముద్రం యొక్క అధోశలపు నిమోన్నతాలపైన కూడ ఆధారపడి యుంటాయి.

**జలోద్గమం (Upwelling) :**

అనుకూల పవనాలు వీచేటప్పుడు సముద్రతీరం నుండి ఉపరితల జలం, తీరానికి దూరంగా సముద్రంలోకి నెట్టి వేయబడుతుంటుంది. ఈ పరిస్థితులలో అధోభాగంలో గల సముద్ర జలంపైకి వస్తుంది. ఈ విధంగా పైకి వచ్చే ప్రసరణను "జలోద్గమం" అంటారు. ఈ ప్రసరణాన్ని కేవలం స్థానిక మైనదిగానే పరిగణించాలి. ప్రసరణ వేగం తక్కువైనా, ఉపరితల సముద్ర జల లక్షణాలపై ఈ జలోద్గమానికి ప్రత్యేకమైన ప్రభావం ఉంది.

ప్రపంచపు సాధారణ శీతోష్ణ స్థితి మీద -ముఖ్యంగా ప్రాంతీయ వాతావరణ పరిస్థితుల మీద- సముద్రాలకు అమితమైన ప్రభావం ఉందనే విషయం రూఢి అయింది. సముద్రోపరితలానికి వాయు మండలానికి మధ్య నిత్యము కొనసాగే పరస్పర భౌతిక సంఘర్షణ ప్రక్రియలే యీ ప్రభావానికి ముఖ్యకారణం. మన దేశానికి వ్యావసాయకంగానూ ఆర్థిక పరంగాను, అత్యంత ప్రాముఖ్యమైన వాయు ప్రసరణయే, వేసవిలో వీచే నైఋతి ఋతుపవనమని పేర్కొన్నాం. దీని ఉద్భవ కారణాలేవైనా, అది కలుగచేసే వర్షపాతం మీద అనేక దక్షిణాగ్నేయ ఆసియా దేశాలు, తూర్పు ఆఫ్రికా దేశాలు ఎంతో ఆధారపడి ఉన్నాయి. ఈ ఋతుపవన ప్రభావం, దూర ప్రాచ్య దేశాలైన చైనా, జపాన్, ఫిలిప్పీన్స్ మీద కూడ ఉన్నట్లు క్రిందటి దశాబ్దంలో

పూర్తిఅయిన అంతర్జాతీయ హిందూ మహాసముద్రా న్యేషణా కార్యక్రమంవల్ల వెల్లిడయింది. అందువల్ల ఈ నైఋతి ఋతు పవనం యొక్క ఉద్భవం, గమనగతులు, వ్యాపన, పురోగమన తిరోగమనాలు మొదలైన మూల లక్షణాల అన్వేషణ మీద ప్రపంచంలోని అనేక దేశాలు ఆసక్తి కనపరుస్తున్నాయి. మన భారత వాతావరణ విభాగమును జాతీయ సాగర వైజ్ఞానిక సంస్థయు. ప్రపంచంలోని ఇతర, విజ్ఞాన శాస్త్ర సంఘాల సహాయ సహకారాలతో మోనెక్స్ (Monex-Monsoon Experiment)

ఆనే భౌతికసాగర విజ్ఞాన వాతావరణప్రయోగాన్ని సాగించినవి. దీనివలన నైఋతి ఋతుపవనమును గురించిన ఎన్నో వివరాలు లభించడం, వాని ద్వారా మనకు ఎన్నో ప్రయోజనాలు సమకూరడం జరుగ వచ్చునని శాస్త్రవేత్తలు ఆశిస్తున్నారు.

తుదిపలుకు

సముద్రము రత్నాకరము. అచ్చట గల రత్నములలో ఇవి కొన్ని.

డా॥ ఏ. వి. మూర్తి.



## XV

### 226. పరిసరాల కాలుష్య విజ్ఞానము

భూ మి క

అది మానవుడు ద్రిమ్మరి (Nomadic) జీవి తానికి స్వస్తి చెప్పి నాగరికంగా సాంఘిక జీవనం మొదలిడి నప్పటి నుంచి, తన పరిసర ప్రాంతాలను, చుట్టూ ఆవరించియున్న ప్రకృతిని స్వప్రయోజనములకోసం ఏదో విధంగా మార్పు చేస్తూనే వచ్చేడు. ఆకారణంగా పరిసరాలను, ప్రకృతిని కలుషితం చెయ్యడం అనేది మానవుడు నాగరికుడై నప్పటి నుంచీ జరుగుతోంది. అయితే పరిసరాల కాలుష్యం గురించి నేడు మనం చెందే ఆందోళన పరిస్థితి సుమారు రెండు మూడు శతాబ్దములక్రితం పాశ్చాత్య దేశాలలోని విజ్ఞాన, పారిశ్రామిక విప్లవములతో ప్రారంభమైనదని చెప్పవచ్చు. విజ్ఞాన, సాంకేతిక శాస్త్రాలు అభివృద్ధి చెందిన కొద్దీ మానవుని జీవన స్థాయిప్రమాణాలు పెరిగి, ప్రపంచ జనాభా కూడ అపరిమితంగా పెరుగుతూ వచ్చింది. దీనితోబాటు మానవుని నిత్యావసరాలు అధికం కావడం, క్రొత్త ఆవసరాలు ఉత్పన్నం కావడం, వలన వీటి కొరకు అనేక అవసర అనవసర విలాస (Luxurious) వస్తువులను, కృత్రిమ (Artificial) పదార్థములను ఉత్పత్తి చెయ్యవలసిన అగత్యం ఏర్పడింది. రాను రాను, విజ్ఞాన, సాంకేతిక, పారిశ్రామిక విప్లవాలు, యూరప్, ఉత్తర అమెరికాలలోనే కాక, దక్షిణ అమెరికా, ఆఫ్రికా, ఆసియా, ఆస్ట్రేలియా ఖండాలలో కూడా వ్యాపించేయి. ప్రస్తుతం అభివృద్ధి చెందిన దేశాలేకాక,

(62)

అభివృద్ధి చెందుతున్న యితర దేశాలు కూడా తమ పురోభివృద్ధి కోసం ఈ విప్లవాలను ఒక ప్రత్యేక సాధనంగా గుర్తిస్తున్నాయి.

విజ్ఞాన, సాంకేతిక, పారిశ్రామిక విప్లవం మూలంగా మానవుడు అనర్గళమైన ప్రకృతిని సాధించాడు, అనడంలో ఏ మాత్రమూ సందేహము కాని అతిశయోక్తిగాని లేదు. ఐతే పరిశ్రమలు పెరిగినకొద్దీ వాటినుంచి ఉద్భవించే కలుషిత పదార్థాలుకూడా విపరీతంగా పెరిగినాయి. ఈ పదార్థాలే మనం త్రాగే నీటిలోనో, పీల్చే గాలిలోనో, చివరకు మనము భుజించే ఆహారంలోనో చేరి, వీటిని మనకు తెలియకుండానే కలుషితం చేసి హానికలుగ జేస్తున్నాయి. పారిశ్రామిక విప్లవాలతోనే నగరీకరణం - పరిమిత ప్రదేశాలలోనే, జనాభా కేంద్రీకృత మవడం, సరుకుల రవాణా కోసం రహదారుల నిర్మాణం ధూమ శకటాలు నడవడానికి ఇనుపదారుల నిర్మాణం, భారీ ఎత్తున నేల బొగ్గు, ఖనిజాల, చమురులకోసం త్రవ్వకాలు, విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదనం - మొదలైనవి ప్రారంభమైయ్యాయి. వీని వినియోగానికి కావలసిన భవన నిర్మాణాలకోసం, గుర్తించడానికి వీలు లేనంతగా పరిసరాలు మార్పు చెయ్యబడ్డాయి.

వ్యవసాయ రంగంలోకూడ భూమిని కృత్రిమంగా సారవంతం చెయ్యడానికి, రసాయనిక ఎరువుల

వాడుకయు, పంటలకు నష్టం కలుగజేసే క్రిమికీటకాదులను నిర్మూలము చేయడానికి క్రిమి, చీడ, సంహారకాలు, శిలీంధ్ర, గుల్మనాశకములు, (Pesticides & Fungicides) మొదలైన రసాయన పదార్థాల వాడుకయు ఎక్కువైంది. ఇవన్నీ వెంటనే తార్కాలిక ప్రయోజనముల నందజేసినా, ఆ తరువాత అనేక ఉపద్రవాలకు దారి తీస్తున్నాయని మనం ఇప్పుడిప్పుడే గుర్తిస్తున్నాం. విజ్ఞాన పారిశ్రామిక సాంకేతిక విప్లవములు ప్రారంభ మైనపుడు ఇటువంటి హాని ముందు రానున్నదని హెచ్చరించిన సాంఘిక వేత్తలు లేకపోలేదు. ఐతే వారు అల్పసంఖ్యాకులు కావడంతో సంఘం వారి సంహారను పెడచెవిని పెట్టింది. దేశాలు ఆర్థికంగా పటిష్టం కావడానికి పరిశ్రమలు, ఉత్పత్తి ఎక్కువ కావాలనీ, వీటివల్ల ఉత్పన్నమయ్యే కలుషిత పదార్థాలబెడద అనివార్యం. కాదనే వాదనదే పై చెయ్యిగా ఉంటూ వచ్చింది. నేటి ప్రపంచంలో కొన్ని పారిశ్రామిక ప్రాంతాలలోని కాలుష్యాలు మానవుని దీర్ఘకాల శ్రేయస్సుకు, అతని మనుగడకు ముప్పు కలుగ జేసే పరిమాణాలకు పెరగగానే, వాని నివారణకును, ఆ పరిస్థితుల సవరణకును, తాపత్రయం, ఆతురతా అధికమయ్యాయి.

కాలుష్యమన్న పదానికి అందరూ ఏకగ్రీవంగా అంగీకరించే నిర్వచనం చెప్పడం కష్టం. సహజ పరిసరాలను, ప్రకృతిని మానవుడు తన స్వప్రయోజనాలనిమిత్తం, తనకు తానే మార్పు చెయ్యడం వలనను, లేక వీనిలోనికి సహజ గాఢతకుమించి పదార్థాలను వదలడం వలనను కలిగే మార్పులు తనకు హానికరముగా పరిణమించి నప్పుడు, పరిసరములు కలుషిత మవుతున్నవని చెప్పవచ్చు. కలుషితం అనేది ఎక్కడ ఏ విధంగా సంభవించినా దాని ప్రభావం ఏదో ఒక రూపంలో జీవకోటిమీద, తద్వారా మానవుని మీదను, కనుపించక మానదు.

అది ఆహారాన్ని తినడానికి వీలుకాకుండా చెయ్యవచ్చు. ఆరోగ్యానికి భంగం కలిగించవచ్చు. మన వినోద కార్యకలాపాల (Recreational needs)ను ఆటంక పరచవచ్చు. లేదా మన రసజ్ఞతా భావన (Aesthetic Sense) కు నిరుత్సాహం కలిగించ వచ్చు. కర్మాగారాలు కేంద్రీకృతమై ఉండే మహా నగరాలున్ను, పరిశ్రమలు విస్తృతంగా ఉన్న దేశాలలోని కొన్ని ప్రాంతాలున్ను, నేడు ఆరోగ్య జీవనానికి నిరుపయోగ మయినాయి. న్యూయార్క్, లాస్ ఏంజలీస్, బోకో, లండన్, కలకత్తా, మొదలైన నగరములలో నివసిస్తున్న ప్రజలు అనేక కాలుష్య ప్రచారాలకు తోవై కనీ విసి ఎరుగిని రోగాలకు గురి అవుతున్నారని వైద్య శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. బొగ్గు (Coal), చమురు (Oil), వంట చెఱుకు (Fire wood) మొదలయినవాని దహనం వలన గత అర్ధ శతాబ్దంలో గాలిలోని బొగ్గుపులుసు వాయువు పరిమాణం, రెండింతలు పెరిగినదని అంచనా వేయబడినది. వీటి వాడుక, ఇదేవిధంగా ఇకముందు కూడ కొనసాగినట్లయితే ప్రపంచ పరిసరముల (Global Environment) లోనే చెప్పకోదగ్గ మార్పులు రాగలవని, ఈ మార్పులు మానవ జీవనానికి ప్రతిబంధకంగా నుండగలవని శాస్త్రజ్ఞుల ఊహ.

అడవుల నిర్మూలనం వలన వాయుమండల జలసమతకు విఘాతం కలిగి, అతివృష్టి, అనావృష్టి సంభవించుచున్నాయని, వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు అభిప్రాయపడుచున్నారు. మహా నగరాల సమీపాలలో నిర్మింపబడుచున్న విమానాశ్రయాల వలన దుర్భరమైన రొద కలిగి మానవుని శారీరక మానసిక ఆరోగ్యానికి భంగం కలుగుతుంది.

కాలుష్యం వలన మానవ పరిసరాలకు జీవనానికి అనేక అనర్థాలు వాటిల్లుతున్నాయని స్పష్టమైంది. ఐతే ఈ సమస్య ఇంతటి అంశోశన గలిగించేటంతగా పరిస్థితుల ప్రమాదస్థాయికి చేరుకున్నాయా

అజీది ఆలోచించవలసిన విషయం. ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం మన దేశీయ (National) సాంఘిక అవసరాలు (Social Needs). ఈ విషయముతో ప్రజల ప్రమత్తత-నాగరికంగా, పారిశ్రామికంగా, ఆర్థికంగా సాంఘికంగా మనం సాధించిన పురోగతి-మొదలైన పెక్కు విషయాల మీద ఆధారపడిఉంటుంది. ఐతే మన దేశంలోకూడ పలు బోట్ట కాలువ్యాల మూలంగా నష్టాలు సంభవిస్తున్నవని చెప్పడం అతిశయోక్తి కాదు. న్యూయార్క్ నగరంవద్ద హడ్సన్ నది ఎంత కలుషితమయినదో, కలకత్తానగరంవద్ద హగ్లీ నది కూడ అంతగానే కలుషితమైనది.

జనసాంద్రత తక్కువగా ఉండే పాశ్చాత్య దేశములలో లేని కొన్ని ప్రత్యేక సమస్యలు అధిక జన సమృద్ధిమూలన మన దేశంలో సంభవిస్తున్నాయి. పట్టణాలలోనూ, పల్లెలలోనూ, కానవచ్చే మురుగు కాలువలు (Open drainages), మురికివాడలు (Slums), పెంట కుప్పలు (Dung Hills), అపశుద్ధమైన రహదారులు (Insanitary Roads), బహిరంగ ప్రదేశాలలో మల మూత్ర విసర్జన మొదలైనవి ఇందుకు కొన్ని తార్కాణాలు. విద్యా ప్రమాణాలు, పౌర బాధ్యతలు, నాగరిక జీవనం, తక్కువ స్థాయిలో ఉండే దేశాలలో కాలువ్యం గురించిన విషయాలు చాలా మంది ప్రజలకు తెలియక పోవచ్చు. ప్రతి పౌరునికి పోషక వంతమైన (Nutritious) ఆహారం, కట్టుకోవడానికి బట్ట, తలదాచుకోడానికి ఇల్లు వంటి కనీస నిత్యావసరాలు సమకూర్చడం, ప్రభుత్వం యొక్క కర్తవ్యం.

ప్రస్తుత పరిస్థితులలో మన దేశం ఆహార విషయంలో స్వయంపోషకం (Self-sufficient) కావాలంటే వ్యవసాయ రంగంలో ఎరువులను క్రిమి కీటక, చీడ సంహారక రసాయనాలను వాడడం అనివార్యం. ఆర్థిక స్థామత పెరగాలంటే చిన్న

తరహా, భారీ పరిశ్రమలు వృద్ధి చెందాలి. వాటి నుండి ఉత్పన్నమయ్యే కలుషిత పదార్థాలు హానికరాలుగా పరిణమించకుండా చూసుకోవాలి. అభివృద్ధి చెందినదేశాలు నేడు ఎదుర్కొంటున్న సమస్యల దృష్ట్యా మన దేశంలోకూడా ముందు ముందు క్లిష్టమైన కాలువ్య సమస్యలు రానున్నవని గుర్తించి తగిన జాగ్రత్త వహించడం వివేకవంతమైన పని. వీనిని గురించి అనేక రంగములలో తీవ్ర పరిశోధనలు అవసరం.

ఈ భాగంలోని మూడు వ్యాసాలలోనూ నేల కాలువ్యం, జల కాలువ్యం, వాయు కాలువ్యం- అనేవానిని గురించి విశదముగా చెప్పబడింది. ఐతే ఈ విభజన కేవలము పాఠకుల అవగాహన కోసం, రచనా సౌలభ్యం కోసం, నిర్దేశింపబడినది మాత్రమేను. భౌమ్య, జల, వాయు, మండలాల పరస్పర ఆశ్రయత అందరకూ తెలిసిన విషయమే. అందువలన కాలువ్యాలు ఏ మండలంలో జనించినా, వాటి ప్రభావాలు, ఫలితాలూ యితర మండలాలమీద గాని, లోని జైవిక వ్యవస్థ మీదగాని ప్రతిబింబిస్తాయి. ఈ విషయాలనే శ్రీ ఉమామహేశ్వరావు, డా॥ శ్రీనివాసరావు, ఆచార్య సుబ్రహ్మణ్యంగారలు, తమ తమ వ్యాసాలలో అతి వివరంగా చర్చించారు కాలువ్య నివారణకు, నిరోధానికి సూచనలను గూడ చేశారు.

మానవ పరిసరాలపై కాలువ్యపు ప్రభావాన్ని అరికట్టడానికి కాలువ్య విజ్ఞాన సముపార్జన ఎంతో అవసరం. ఈ కృషిలో నేడు మనం ఎంతవరకు కృతకృత్యులము అయ్యాము? మన యొక్క థవివ్యత్ కర్తవ్యము ఏమిటి? - అనే విషయాలను మనకు గుర్తు చేయడమే యీ వ్యాసాలలోని అంతర్యం.

శ్రీ తంగిరాల శ్రీరాములు &  
శ్రీ మల్లాది వేంకట లక్ష్మణ రావు.

## 227. నేల కాలుష్యము

పరిశుభ్ర జీవనం మీద ఆసక్తిలేని మాంసాహారులైన ట్రోయ్ (Troy) నగరపు ప్రజలు, తాము తినగా మిగిలిన ఆహారాన్ని ఎముకలతో సహా తమ తమ ఇళ్ళల్లో కూర్చున్న చోటనే పారవేళేవారట. ఇలాక్రమేణ ఎముకలు వగైరా పేరుకోగా నేలమట్టం పెరిగి తలుపులు తీయటానికి వీలులేక పోయ్యేది. వారు అప్పుడు ద్వారములను వైకెత్తించే వారని ప్రతీతి !!

చతుష్పాద జంతుకోటి క్రమంగా “ద్విపాద జంతువుగా” మారినప్పటి నుంచి తమ వసించు ప్రదేశాన్ని, తనకు పనికి రాని వస్తువులను పార వేయటంతో, కలుషితం చేస్తూనే వచ్చాడు మానవుడు ! అనాగరికులనబడే మన పూర్వులు ఎవరి పెరట్లో వారు పారవేస్తే, నాగరికులనబడే మనం వాటిని ప్రక్రియించి వారి పెరట్లోనో, ఇంటిముందు రహదారిలోనో, లేదా, ఏదో కాల్యంలోనో వేస్తున్నాము. ఇలా విసర్జించబడ్డ వస్తువులే చెత్త కుప్పలు (పెంట కుప్పలు, పెంటడిబ్బులు)గా మనకు కనబడతాయి. పల్లెటూళ్ళలో కొంతవరకు వీటిని ఎరువుగా వాడి ఉపయోగించుకుంటారు. కాని పట్టణవాసులకు వీటి ఉపయోగం తక్కువ గనుక అవి అలా పెరుగుతూనే ఉంటాయి. పట్టణాలు పెరుగుతూ, జనాభా పెరిగిన కొలది ఇవి కూడ పెరుగుతూనే ఉంటాయి, అందులేని పెరుగుదల నిలా సాగనిస్తే చివరకు పట్టణాలే వాటిలో మునిగి పోవచ్చు. సామాన్యంగా ఈ చెత్త కుప్పలలో ఉన్న వస్తువులు - కాగితాలు, సీసాలు, తగరపు డబ్బాలు, అల్యూమినియం, ఇనుము, తదితర లోహపు తునకలు, రబ్బరు వస్తువులు, ప్లాస్టిక్ సామానులు, మొదలైనవి. ఈవస్తువులన్నీ సులభంగా విఘటనం (Disintegrate)చెందేవికావు;కనుక అవి సంచితం

(Accumulate) అవుతుంటాయి. కాలక్రమేణ నాగరికతతోపాటు కృత్రిమ(Synthetic)పదార్థాల ఉత్పత్తియు వాడుకయు పెరిగి, నియంత్రణ విధానాలకు కూడ లొంగనటువంటి భూ కాలుష్య స్థితిని మానవుడు సృష్టిస్తున్నాడు. ఇటువంటి చెత్తకుప్పల పెరుగుదలలో గల నష్టాలు, రెండు రకాలుగా గ్రహింపవచ్చు. సద్వినియోగ పరచగల భూభాగ వైశాల్యము తగ్గుట, మరియు వీటిలో పెరిగే నానావిధములైన సూక్ష్మజీవుల వలన మానవారోగ్యమునకు హాని వాటిల్లుట. పారిశ్రామికంగా వృద్ధి చెందిన ఆమెరికా వంటి పాశ్చాత్య దేశాలలో ఇటువంటి నేలకాలుష్యంవల్ల కలిగే హాని చాల ఎక్కువ.

ఒక విధంగా ఆలోచిస్తే మానవావీతం కాగల నేల కాలుష్యము, మనం గత రెండు శతాబ్దాలలో సాధించిన భౌతిక, రాసాయనిక విజ్ఞాన శాస్త్రములతోబుట్టువేయని చెప్పవచ్చు. ఉదాహరణకు, అంతర్దహన యంత్రముల ఇంధనము (fuel) లో టెట్రా ఇథైల్ లెడ్ (Tetraethyl Lead) కలుపుట వలన. నగరముల వాతావరణములో సీసము సంచితమై, దాని అంశము (సీసాంశము) పెరిగింది. ఈ కారణంగా సముద్ర జలాలు, పంటలు, జీవరాశుల రక్తము కూడ ఈ పదార్థముతో విషపూరితం కాగల గాఢతను పొందాయి. ఈ విధంగా భూమి కలుషితం కాగల కొన్ని తరగతులు క్రింద ఉదహరించబడినవి.

**రేడియో ధార్మిక మూలకాల వ్యాపనం :**  
(Radioactive fall-out)

అణుశాస్త్ర పరిశోధనలలో-ఒక ముఖ్యాంశము-కొన్ని మూలకాల విస్ఫోటనము; తరువాత వాటి వ్యాపనము. రేడియో ధార్మిక క్షయము లేదా ఆ

పదార్థముల విడుదల శ్రేణిని బట్టి ఆ మూలకాలు, వర్షం, మంచు ద్వారా చివరకు భూమి మీదకు చేరి వ్యాపిస్తాయి. ఈ మూలకాలవల్ల కలిగే భూ కాలుష్యము ఆయా ప్రదేశములకు మాత్రం పరిమితం అవుతుందని చెప్పలేము. ప్రాథమికంగా వాయు వ్యాపితములగుటచే, ఈ మూలకాలు అప్పుటి వాతావరణ పరిస్థితుల ననుసరించి కొన్నివేల మైళ్ళ దూరంలో నున్న ప్రదేశములను కూడ కలుషితం చేయగలవు. స్ట్రోన్షియం 90 (Strontium-90) లాంటి మూలకాలు, అలా కలుషితమైన మట్టిలో నుండి, గడ్డి మొదలగు పంటలలోనికి వ్యాపించి జంతువుల శరీరములోనికి ప్రవేశిస్తాయి. తదవరీ ఆ జంతువులిచ్చే పాలద్వారా లేదా ఆహారముగా ఉపయోగింపబడే పంటల ద్వారా మానవుని శరీరంలోనికి కూడ వ్యాపిస్తాయని నిరూపింప బడింది. కాని ఇలా వ్యాపించే రేడియో ధార్మిక మూలకాల పరిమాణము, వాటివల్ల కలుగగల హాని మొదలైన వాటిని గురించి సరియైన అంచనాలు లేవు. ఆర్కిటిక్ ప్రాంతాలలో వసించు ఎస్కిమోల శరీరాలలో స్ట్రోన్షియం-90 లాంటి మూలకాల పరిమాణము, ఇతరప్రదేశాల ప్రజలశరీరాలలోకంటే చాల ఎక్కువని రూఢిగా తెలిసింది. దీనికి కారణం వారు ఎక్కువగా కేరిబు (Caribou) అన్న జంతుమాంసము మీద ఆధారపడతారు. ఆ కేరిబులకు మేత లైకెన్ (Lichen) అనబడు రాతి మీద పెరిగే పాకువంటి మొక్కలు. వేళ్లచేసేందున ఈ మొక్కలు కావలసిన పోషకాలను అచ్చటి వాతావరణంలోనుంచి నేరుగా శోషిస్తాయి. మిగతా పోషకములతో పాటు స్ట్రోన్షియం-90 కూడా వాతావరణంలోనుంచి ఆ మొక్కలలోనికి ప్రవేశిస్తుంది. ఇలాగ రేడియో ధార్మికాలు ప్రథమ దశలో గాలిలో ఉన్నప్పటికీ వివిధ మార్గాల ద్వారా జీవరాసుల రక్తములోనికి వ్యాపింపగలవు. కొంతమంది విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞుల నివేదిక ప్రకారం\*, 1957 సం॥ వరకు జరిపిన విస్తృత

నాం మూలముగా ఏడాదికి 2,300 నుండి 13,000 మానవుల వరకు, వారి జన్మ్య పదార్థములలో తిరుగులేని హాని కలిగి ఉండవచ్చునని అంచనా. రేడియో ధార్మిక మూలకములన్నియు జీవరాశులలో ఉత్పరివర్తనలను కలుగ జేస్తాయి. ఈ ఉత్పరివర్తనలు చాలవరకు హానికరమైనవి. మానవ నియంత్రణా తీతములు. వాని తీవ్రత ఏ జీవరాశిలో ఎప్పుడు ఏలా పరిణమిస్తుందో చెప్పటం అసాధ్యం. పైగా వాటి ప్రభావము ఎప్పుడు వ్యక్తమౌతుందో చెప్పలేము. వ్యక్తమైనపుడు కలిగిన హానిని నివారించుట అసాధ్యము.

### కల్పషహారులు (Detergents) :

ఇళ్ళల్లోకాని, పారిశ్రామిక సంస్థలలో కాని మురికిని తొలగింపటానికి సబ్బుకు బదులుగా కల్పషహారులనబడే వివిధ ఉత్పాదితముల వాడుక గత దశాబ్దములో చాలా పెచ్చినది. దానికి కారణాలు ఆ పదార్థాలు తక్కువ ఖరీదులో అందరి అందుబాటులో వుండటం, చాలా కాలం నిలువ చేయగలగడం, ఎక్కువ శ్రమ లేకుండా మురికిని తొలగించ గలగడము, పైగా వాడుతున్న వారి చర్మమునకు (హస్తాలకు) సువాసనయే కాక ఒక విధమైన హాయిని మృదుత్వాన్ని కూడ కలుగ జేయడం. ఏటన్నింటికి మనం రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకు జోహార్లు చెప్పవలసిందే. కాని వాటివల్ల కాలుష్యరీత్యా కలుగ నున్న హానిని గుర్తించడానికి కొంత కాలం పట్టింది.

ఈ కలషహారులు పెట్రోలియంలో నున్న హైడ్రోకార్బన్ల నుండి కృత్రిమంగా తయారు చేయబడ్డ పదార్థాలు. శాశ్వత శృంఖలముల వలన ఏర్పడి వాటి అణునిర్మాణములో యుండుట ఒక ప్రత్యేకత.

\* A E C (USA) Biological and Medical Advisory Committee Report (1957)

సబ్బులాంటి పదార్థాలను తమ ఎన్ జైముల ద్వారా విమలనం చేయగల బాక్టీరియాలు వీటిని మార్పు చేయలేవు. కనుక ఈ కృత్రిమ పదార్థాలు స్థిరంగా ఉండిపోయి సంచితములై, భూజుల వాయు ప్రదేశాలన్నిటికి వ్యాపించి చివరకు జీవరాసుల రక్త నాళాలలో కూడ ప్రవేశించవచ్చు. ఈలాంటి హానిని తప్పించేందుకు ప్రభుత్వ శాసనం ద్వారా క్రమ పతనం (Degrade) కానటువంటి కల్పన హాడుల ఉత్పత్తి ఆమెరికాలో నిషేధించబడింది. క్రమపతనం కాగల పదార్థాలు ప్రస్తుతం తయారు చేసినా, వాటినుండి వెలువడిన ఫాస్ఫేటు గాఢత పెరిగి ప్రకృతిలో నున్న సమతాస్థితిని మార్చి వేయగల అవకాశం ఎంతైనా ఉన్నది. అలా జరిగి నపుడు దాని పరిణామమేమో ఊహించటం కష్టం కాదు.

క్రిమి-చీడ సంహారులు; గుల్మనాశకములు శిలీంధ్ర నాశకములు: ( Insecticides and Pesticides; Herbicides; Fungi - cides)

ఆధునిక వ్యవసాయ పద్ధతులలో, పంటల ఉత్పాదకతను పెంచుచుటకు, పై చెప్పబడిన క్రిమి సంహార నాశక రసాయనములు వాడుక ఎంతైనా అవసరము. కానీ వీని వాడుక ఒక పరిమాణమును మీరితే మానవ, జంతు, పక్షులలో, ప్రాణ నష్టానికి దారితీయగలదు.

పై చెప్పబడిన సస్యరక్షణ రసాయనముల అంశములు సామాన్యముగా సోడియం, ఆర్బిన్ క్ మరియు డై నైట్రో వంటి పదార్థములు లేదా గాగి, గంధకము; ఆధునిక కర్పనం, పాదరసం, సంయోగ పదార్థములు. ఇవన్నీ స్థిర పదార్థములు గావున, లవణీయముగా భూమిలో సంచయమౌతూ ఉండి, వర్షముల ద్వారా భూతలం నుండి జలా శయానం చేరి, అచ్చటి జీవరాసులు విషాక్రమ

లగుటకు కారణములౌతాయి. డి. యన్. ఓ. సీ ( D.N.O.C ) యనబడు ఒక డై నైట్రో సంయోగ పదార్థముచే విషాక్రమలైన చేపలను తినటంచేత బ్రిటన్ లో పక్షి, జంతు, మానవ, ప్రాణ నష్టం ఎంతో జరిగింది. కార్బనిక్ మెయూర్బిక్ సంయోగ పదార్థముల వాడుకతో స్వీడన్ లో కూడ ఇటువంటి విపత్తు సంభవించినది. డి. డి. టి వంటిది వీటన్నిటి కంటే హానికరమైనది. ఇది తయారుచేసిన మొదటి దశలో చాల ఉపయోగ కారకమైనను, ఇటీవల దానివల్ల భూకాలుష్యం ద్వారా కలుగగల హానిని గుర్తించడం జరిగింది. కొన్ని దేశాలలో దాని వాడుక నిషేధించ బడినది కూడ. ఈ పదార్థము క్లోరినీకృత హైడ్రో కార్బన్ ల జాతికి చెందినది. కనుక స్థిరముగా నుండి, భూమిలో దాని గాఢత పెరుగుతూ ఉంటుంది. మొదట్లో తక్కువ గాఢతకు లొంగిన క్రిమి కీటకాలు, క్రమేణ ఉత్పరివర్తన చెంది, ఈ పదార్థానికి నిరోధక లౌతాయి. ఈ మార్పును పొందిన క్రిమి కీటకాల సంహారానికి డి. డి. టి. గాఢత పెంచుచుట యొక్కచే మార్గం. పెచ్చిన గాఢత- ఉత్పరివర్తన - నిరోధక చక్రము నిర్విఘ్నంగా సాగితే, ప్రస్తుతం ప్రకృతిలో లేని నూతన క్రిమి కీటక పరాన్నజీవులను మానవుడు సృష్టించిన వాడవుతాడు. అంతేకాదు, ఈ పదార్థ ముల వాడుక ఎక్కువైన కొలది వాటియొక్క భూ లవణీయ శాతం కూడ పెరిగి, నేల కాలుష్యాన్ని అధికం చేస్తుంది. ఆ యా ప్రదేశాలలో మొలిచిన గడ్డిద్వారా మన పశు సంపదయును, పండిన పంట, ఫలములద్వారా మానవుడును, భూజుల వ్యాపకం ద్వారా చేపలు మొదలగు జీవరాసులును, వాటిపై ఆధారపడియున్న ఇతర జంతుపక్షులును కలుషితము లౌతాయి. బ్రిటన్, ఆమెరికా దేశాలలో వేనకు వేలుగా పక్షులు, చేపలు మొదలైనవి ఈ విధంగా నశించాయి. అపురూపములు, అమూల్యములైన జంతు



పక్షుల వీచాళమే కాకుండ, దీనితో పాటు, ప్రకృతిలో నున్న సమతాస్థితి కూడా హఠాత్తుగా మారుట వలన దాని పరోక్ష పరిణామాల ద్వారా, కలుగగల కష్ట నష్టములు ఊహించుట ఆసాధ్యము. ఉదాహరణకు బొలీవియా దేశంలోని ఒక గ్రామంలో మలేరియా నివారణ కోసం ఎక్కువ డి. డి. టి వాడడంతో, అక్కడి పిల్లలన్ని చనిపోయాయి. పిల్లల నాశనంతో వన్యజాతులకు చెందిన కొన్ని కొత్త రకపు ఎలుకలు ఆ ఊరిలో ప్రవేశించి బ్లాక్ డైవస్ అను వ్యాధిని విపరీతంగా వ్యాపింప చేశాయి. అందువలన వందలాది మనుష్యులు చనిపోయారు. అంటే, కృత్రిమ పదార్థాల వాడుకలో తాత్కాలిక ప్రయోజనాలు కనిపించినా, ఇవి శాశ్వతముగా అలాగే ఉంటాయన్న నమ్మకం లేదు. వీటిని విమలనం చేయటం ప్రకృతికి తెలియదు. మానవ కృతమైన ఈ కృత్రిమ పదార్థాల వలన కలిగే కాలుష్యము, చివరకు మానవునకే ఈ భూమి యందు తావు లేకుండా చేయగలదు. ఈ సత్యాన్ని వివిధ దేశాల విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు ఆయా ప్రభుత్వాలు ఇప్పటిప్పడే గ్రహించి, చట్టములు, తదితర మార్గముల ద్వారా వీటి వాడుకను తగ్గించేందుకు తగిన చర్యలను తీసుకొంటున్నారు.

**పారిశ్రామిక వ్యర్థోత్పాదకములు (Industrial Wastes)**

ఈ తరగతికి చెందిన కాలుష్యాలు వివిధ రకములైన కార్పనిక ఆకార్పనిక పదార్థాలతో కూడి యుండును. అరంభములో ఇవన్నియు చిమ్నీల ద్వారా గాలిలోకి గాని, గొట్టముల ద్వారా నీటిలోకి గాని, విసర్జించబడినను చివరకు పరోక్షంగా భూమిని చేరుతాయి. పై చెప్పబడిన ఇతర కాలుష్యాల వలనే ఇవన్నియు స్థిరపదార్థములగుట వలనను లేదా వివిధ రసాయనిక అనోన్య చర్యల ద్వారా విషపూరితాలైన ఇతర పదార్థములను సృష్టించుట చేతను, భూ కాలుష్యానికి దారి తీస్తాయి.

ఈ వ్యర్థోత్పాదకములను నీటిలోనికిని గాలిలోనికిని కాకుండ ప్రత్యక్షంగా భూమిలోనికి ఉత్సర్గ మొనరించినను ఊహింపలేని హాని కలుగగలదు. డెన్ వర్ నగరములో ఒక పారిశ్రామిక సంస్థలోని వ్యర్థోత్పాదకములు దుర్వాసన పూరితములు, హానికరములు నగుటచే, వాటిని భూమిలో కొన్ని వేల అడుగుల లోతున వదలివేసిరి. దీనివలన ఏ విధమైన హానియును వాటివల్ల కలుగదని పారిశ్రామికుల నమ్మకము. ఇది ఇలా ఉండగా అంతకు పూర్వ మెప్పుడూ లేని చిన్న చిన్న భూ కంపనములు, ఆ ప్రదేశములో కలగడం సంభవించింది. వాటి తీవ్రత ఎక్కువయ్యే అవకాశాలు లేకపోలేదు. భూగర్భ శాస్త్రజ్ఞులకు, ఈ అకారణ భూ కంపములు ఎందుకు కలిగాయో మొదట్లో తెలియలేదు. ఒక ఏడాదికి పైగా పరిశోధన చేయగా తెలిసిన దేమిటంటే పారిశ్రామిక సంస్థలోని ఉత్పాదకములను భూ గర్భములోనికి ఉత్సర్గ మొనరించిన వెంటనే, ఈ భూకంపాలు కలుగటం, అలా ఉత్సర్గం చేయని కాలంలో అవి కలగక పోవటం! ఉత్పాదకముల పరిమాణము తక్కువైనను, ఆ ద్రవపదార్థము యొక్క పీడన యెక్కువగుటచే, భూగర్భములోని రాతి పొరలో సమతాస్థితి విభిన్నమై భూకంపాలకు హేతువైనది!! పారిశ్రామిక సంస్థలు, కర్మాగారాలు ప్రతి దేశానికి ఎంతో ఆవసరము. వాటిని మూసివేయ సాధ్యంకాదు. కనుక ఈ వ్యర్థోత్పాదకములను ఏ విధంగా మార్చితే హాని కలుగకుండునన్న ప్రశ్నకు సమాధానాలు వెతుకుతున్నారు రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు.

పై చెప్పబడిన వివిధ కాలుష్యపు పదార్థాలు మనం గత రెండు మూడు దశాబ్దాలలో సాధించిన పారిశ్రామిక, సాంకేతిక విజ్ఞాన శాస్త్రముల అభివృద్ధితో పాటు, మన ఇష్టాయుష్టముల నిమిత్తం లేకుండ సంభ్రమించినవని ఇదివరకే చెప్పడమైనది. దీనితో బాటు మనం నిత్య జీవితంలో వ్యవహరించే

పద్ధతులలో కూడ, మనకు తెలిసి, తెలియక కొన్ని మార్పులు వచ్చాయి. ఉదాహరణకు, ఈనాడు మనం కొనే అనేక కిరాణి సామానులు, ప్లాస్టిక్ సంచులలో అమ్మబడుతాయి. కొన్ని సామానులు గాజు సీసాలలో దొరకుతాయి. పసిపిల్లల అట వస్తువులు మొదలుకొని రెప్రిజిటేటర్లు మొదలగు భారీ సామానుల వరకు అన్నీ కృత్రిమ పదార్థములచే చేయబడినవే. "క్రాత్రి ఒక వింత, పాత ఒక రోత" అన్నట్లుగా మనం చిరకాలము ఉండగల ఈ చిన్ని చిన్ని సామాన్లను పారవేసి సరిక్రాత్రివి కొంటూంటాము, పారవేసిన సామాన్లు ఏమైతే మనకేమి యన్నట్లు. కాని ఇవన్నియు, ఏదో ఒక చోట సంచితము కావలసినవే ముఖ్యంగా పట్టణాల పరిసర ప్రాంతాలలో వీటి పరిమాణము ప్రస్తుతం తక్కువ అవటం మూలంగా మున్నందు వీటి వల్ల కాలుష్య రీత్యా కలుగ గల కష్ట నష్టాలను మనం గుర్తించటం లేదు. యునైటెడ్ నేషన్స్ వారి ఒక అంచనా ప్రకారం భారత దేశంలో ప్రతినెం 10, 00, 000 జనాభాతో కూడిన ఒక నూతన పట్టణం ఇకముందు నిర్మింప వలసి యుంటుంది (NOV 8. 1975, PTI వార్త). ఇలా జనాభా పెరిగిన కొలది మన దేశపు అవసరాలు, వాటితో పాటు ఆయా పదార్థముల ఉత్పత్తిములు మొదలైనవి ఒక దానిని అనుసరించి మరొకటిగా పెరగటం సహజం. మనం గుర్తించ వలసినదేమిటంటే ఈ పెరుగుదలతో పాటు, నానా విధములైన వ్యర్థ త్యాదకములను మనమే సృష్టిస్తున్నాము. వాటిని రూపుమాపే విధానం మాత్రం మనమే ఆలోచించ లేదు. ప్రకృతికి అసలే తెలియదు. ఎంతకాలం మానవుడు ఈ నిర్లక్ష్యతతో తను వసించు ప్రదేశాన్ని కలుషితం చేయగలడు? ఆ కలుషితమైన వాతావరణంలో తను ఎంతకాలం సురక్షితంగా బ్రతుక గలడు? ఆలా కలుషితం కాకుండా, ప్రకృతిచే కోట్లాది సంవత్సరాలుగా పరిశుభ్రంగా ఉంచబడిన

వాతావరణాన్ని మనం ఎలా కాపాడగలం? అన్నవి చిక్కు ప్రశ్నలు. ప్రభుత్వ శాసనాల ద్వారా కాని, మరి ఇతర నియంత్రణ మార్గాల ద్వారా కాని, ఈ కాలవ్యవసాయ దృగ్విషయాన్ని కొంతవరకు అరికట్టవచ్చునేమో. కానిపూర్తిగా రూపు మాపాలంటే, ప్రకృతికి విరుద్ధంగా, లేదా ప్రకృతిలో నున్న జీవరాసుల సమతాస్థితికి విభిన్నంగా ఏ విధమైన కార్యము మానవుడు చేయకూడదు. ఈ సత్యాన్ని ఇప్పటిప్పడే గుర్తించడమైనది. రసాయనిక - భౌతిక - సాంకేతిక విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులతో పాటు, ఆవరణ శాస్త్రజ్ఞులు కూడ చేతులు కలుపు తున్నారు. వీరందరి కృషి ఫలిస్తుందనే నమ్మకంతో మనం భవిష్యత్తును ఎదురు చూడాలి. ఆ భవిష్యత్తును, మానవ జాతిని కాపాడే భారం వివిధ పరిశోధనా శాస్త్రజ్ఞుల మీద ఉన్నది. కృత్రిమ పదార్థాలను సృష్టించడమే కాకుండా, ఆ యా పదార్థములను వాటి ప్రాథమిక స్థితులలోనికి పునర్విఘటనం చేయగల మార్గాలను కూడా వారే కనిపెట్టాలి. రసాయనిక వ్యర్థత్యాదకములను వాటి మూల రూపంలోకి (ప్రకృతిలో మొదటి దశలో నున్న స్థితికి) మార్చి, వాతావరణంలోనికి వదలి వేయాలి. ఇక రేడియో ధార్మిక మూలకముల విస్తోటనము నిషేధింప బడుటను గురించి చెప్పనవసరమే లేదు.

డా.బి. జి. యస్. రావు.

### Suggested Reading.

1. Commoner, Barry : Science & Survival. Viking Press, N. Y. 1966.
2. Mellanby, Kenneth : Pesticides and Pollution. Collins; The Fontana, New Naturalist. 1967.
3. Stewart, George R. Not so Rich as you think. Signet, New American Library. 1970.

## 228. మానవ పరిసరాలు - వాయు కాలుష్యం

మానవ పరిసరాలను భౌతికంగా మన, ద్రవ, వాయు, మండలాలని మూడు భాగాలుగా విభజించవచ్చు. ఈ మూడు మండలాలలోని కొంత భాగాన్ని ఆవరించుకొని జీవజాలాలను పోషించే పరిసరాలను జైవిక మండలం (Biosphere) అంటారు. అయితే తన నాగరికీకరణ సంరంభంలో మానవుడు ఈ జైవిక మండలాన్ని కలుషితపరుస్తూ, అది ఎదుర్కొంటున్న క్లిష్ట సమస్యలపై తగినంత శ్రద్ధ చూపించలేక పోతున్నాడు. మన గ్రహంమీది సహజ వనరులు అవసరాలు కావనీ, పెరిగి పోతున్న నేటి జనాభా అవసరాలకై యీ వనరులను మనం విచక్షణారహితంగా వాడుకుంటున్నామనీ, ఆ కారణంగా అవి ఎంతో కాలం మనలేవనీ, భౌగోళిక శాస్త్రజ్ఞులు హెచ్చరిస్తున్నారు. అయితే నేటి మన శాస్త్రీయ సాంకేతిక పురోభివృద్ధి దృష్ట్యా ఈ వనరుల పరిరక్షణ గాని, పునరుద్ధరణ గాని అంత జటిలమైన సమస్య కానేకాదు. అంతకంటే అతి ప్రమాదకరమైన విషయం, మన దైనందిన ప్రక్రియల మూలాన మన సమీప పరిసరాలను మనమే కలుషితమొనరించుకోవడం. పరిసరాల కాలుష్యం నేడు మానవ మనుగడకే ఒక సవాలుగా తయారయింది.

అన్ని యితర ప్రాణుల వలెనే మానవుడు కూడ తన సహజపరిసరాలపై ఆధారపడవలసి ఉంది. తన జీవనానికి అతి ముఖ్యమైన ప్రాణ వాయువు వాయుమండలం నుండి లభిస్తుంది. తన సేవించే ఆహార పదార్థాలన్నీ ప్రత్యక్షంగానో లేక పరోక్షంగానో నేలనుండి రావలసినదే. ఇక తన జీవన ప్రక్రియలన్నింటికీ నీటియొక్క ప్రాముఖ్యాన్ని ప్రత్యేకంగా నొక్కి చెప్పనక్కరలేదు. ఇటువంటి అమూల్య పరిసరాలు నేడు మానవుని

అనాలోచిత చర్యల వలన, అజ్ఞాన కలాపాల వలన, తీవ్రంగా కలుషితమై పోతున్నాయి. ప్రకృతిలోని అన్ని వనరులు పరిమితమైనవేను. కొన్ని అవధుల మేరకు వాటిని ఉపయోగించుకున్నాడూ సహజ ప్రక్రియల మూలాన అవి వాటంతట అవే పూరింపబడుతుంటాయి. భూగర్భంలోని నీటి వనరులు, నేలలోని పోషక పదార్థాలు, వాయు మండలంలోని ప్రాణవాయువు దీనికి ఉదాహరణలు. వీనిని ఉపయోగించిన పిమ్మట కొంత వ్యవధితో అవి తిరిగి సమకూరి తమ సహజస్థాయిని పొందుతాయి. అట్టి వ్యవధి లేకుండా మరం వానిని వాడుకుంటూనే వాటి పూరణ జరుగకపోవడమే గాక అవి లభించే పరిసరాలు కూడ కలుషితపడి మన మనుగడకు ముప్పు ఏర్పడుతుంది.

నాగరికత వృద్ధి చెందిన తర్వాత మానవ పరిసరాలకు ఇంకొక ప్రమాదకరమైన బెడద సంక్రమించింది. వ్యవసాయక, సాంకేతిక విప్లవాల తర్వాత అధిక పంటదిగుబడి కోసం, ఇతర ఉత్పత్తుల కోసం మనం అవలంబించే శాస్త్రీయ సాంకేతిక విధానాలలోను, ప్రక్రియలలోను, ఇది వరకు మనం ఊహించని అనేక కాలుష్యాలు వెలువడి, అవి నీటిని, నేలను గాలిని కలుషిత పరుస్తున్నాయి. ఈ కాలుష్యాలను సహజంగా హరించి, పరిసరాలను ప్రమాద రహితం చేయగల స్థిమత ప్రకృతికి, క్రమంగా శీఠించి పోతున్నది.

ద్వితీయ ప్రపంచ సంగ్రామానంతరం ప్రపంచ వాతావరణం మరింతగా కలుషితపడి మానవాళి ఆరోగ్యకరమైన జీవితం గడపడమే దుస్సాధ్యమై పోయింది. క్రిమి కీటక సంహారానికై ఉపయోగించబడుతున్న రసాయనాల వలన మనం త్రాగే నీటి నుండి, సేవించే ఆహారం వరకు ప్రతి వస్తువు

విషభరితమైపోయే ప్రమాదం ఏర్పడింది. అత్యంత శక్తివంతమైన అణుమారణాయుధాల ఉత్పత్తికై, జరిగే ప్రయోగాలు జీవనాధారమైన వాయుమండలాన్నే కలుషితం చేస్తున్నాయి. శాస్త్రజ్ఞానం వృద్ధి చెంది, నాగరికత ప్రబలిన కొద్దీ వాయుమండలం అనేక కాలుష్యాలచే నిండి, ప్రజల శారీరక, మానసిక ఆరోగ్యాలకు భంగం కలిగిస్తున్నది. ఒక దశాబ్దానికి పైగా ప్రపంచ జనాభా విపరీతంగా పెరిగి, ప్రజలు జీవించడానికి అదనపు ప్రదేశం అవసరమైనందున, వానయోగ్యమైన నె-వులకై అన్వేషణ ప్రారంభమైనది. ప్రజల అవసరాలకై వస్తూత్పత్తిని పెంచవలసి రావడంతో పరిశ్రమల స్థాపన పెద్ద ఎత్తున జరగడం వచ్చింది. పారిశ్రామికీకరణతో పాటు వాయుమండల కాలుష్యం కూడ ప్రారంభం అయింది.

మనల నావరించుకొని యున్న గాలి - నత్రజని, ప్రాణవాయువు, బొగ్గుపులుసు వాయువు, మొదలైన- అనేక వాయుపదార్థాల యొక్క మిశ్రమం. నిర్మలమైన సహజ స్థితిలో దీనిలో అనేక వాతావరణ ప్రక్రియలకు అత్యవసరమైన సీటిఆవిరి కూడ వివిధ పరిమాణాలలో ఉంటూంటుంది. అంతేగాక అనేక రకాలయిన ధూళి, అగ్నిపర్వతాల నుండి వెలువడే పొగ కూడ గాలిలో తేలియాడుతుంటాయి. పారిశ్రామికీకరణం ద్వారాను, మోటారు శక్తిటాల వంటి అంతర్దహక యంత్రాల (Internal Combustion Engines) వాడకం వల్లను, గృహోపకరణకై మనం నిత్యం వాడుకునే అనేక యంత్రాల వలనను, జెట్ యంత్రాల వాడకం మూలానను, వాయుమండలంలో బొగ్గుపులుసు వాయువు, ఇతర అనేక కర్బనదాలు చేరుతున్నాయి. వృక్షజాతుల మనుగడకు, తద్వారా మన ఆహార సంపాదనకూ ఎంతో అవసరమైన ఈ బొగ్గుపులుసు వాయువు యొక్క పరిమాణం, వాయుమండలంలో మోతాదును మించి

నట్టుయితే జైవిక మండలపు ప్రక్రియల సక్రమ నిర్వహణ అటంకపడుతుంది. వాయు మండలంలోని, ప్రాణవాయువంతా జైవిక ప్రక్రియల మూలంగానే ఉద్భవించిందని శాస్త్రజ్ఞుల విశ్వాసం. మానవుని అనేక చర్యల వలననే దీని పరిమాణంలో మార్పులు సంభవిస్తుంటాయి. ఖనిజ ఇంధనాల దహనం వలన ప్రాణవాయువు తరిగి సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ తయారయి గాలిలో చేరుతుంది. వాయు మండలంలోని అన్ని గంధకీద వాయువులలో 20 శాతం మాత్రమే అగ్నిపర్వతాల నుండి వస్తుంది. మిగిలిన 80 శాతం మానవ కార్యకలాపాల ద్వారానే జనిస్తున్నది. వర్షపాతం ద్వారా యిది నేలలోనికి ప్రవేశించి, తరువాత నదులలోనికి సరస్సులలోనికి చేరి, అక్కడి అనేక జీవ జలాల మనుగడకు ముప్పు తెచ్చిపెడుతున్నది. అయితే ప్రకృతి అతి విచిత్రమైనది. తగిన వ్యవధి లభించి నప్పుడు వాయు కాలుష్యాలు చెదర గొట్టబడి యితర విధాల హరించబడి, క్రమేపీ అంతరించిపోతాయి. కాని నేడు మానవుడు కరుగ చేస్తున్న కాలుష్యాల వలన మన వాయుమండలపు ప్రాణవాయువు, బొగ్గుపులుసు వాయువుల సంతృప్త కార్యక్రమానికి తీవ్ర విఘాతం ఏర్పడుతున్నది.

వాయుమండలానికి సంబంధించినంత వరకు కాలుష్యాల ఉద్భవం జరిగేది, ప్రధానంగా రవాణా సాధనాలు, శక్తి ఉత్పాదక కేంద్రాలు, వివిధ పారిశ్రామిక యంత్రాంగాలలోను. ఈ కాలుష్యాలు- కర్బనం, నత్రజని, గంధకం యొక్క ఆక్సిదాలు (Oxides), ఉదజ కర్బనాలు (Hydrocarbons), సూక్ష్మాతి సూక్ష్మ పరిమాణాలలో ఉండే అనేక మనపదార్థాలున్నూ గంధకపు ఆక్సిదాలు- మన ఆరోగ్యాన్ని భంగపరచడమే గాక, వృక్షజాతులను, రాతిగోడలను, కాగితాన్ని, లోహాలను, వస్త్రాలను, చర్మపదార్థాలను కూడ పాడుచేస్తాయి. వాటి పరిమాణం పెరిగినట్లుయితే మన శ్వాసమండలం, శ్వాస

కోళాలు దెబ్బతినవచ్చు. ఆసంపూర్ణ దహనం వలన జనించే కార్బన్ మోనాక్సైడ్ వాయువు అల్ప పరిమితిలో ఉన్నా, మాంద్యం, తలనొప్పి, అలసటను, కలుగజేస్తుంది. గుండె నీరసం, ఉబ్బసం, రక్తహీనత, కలవారికి యిది అతిప్రమాదకరం. ఇంధన దహన క్రియ పూర్తిగా జరిగినప్పుడు ఉద్భవించేది బొగ్గుపులుసు వాయువు. వాసన, రుచి, రంగులేని దీనిని, జైవిక ప్రక్రియలలో దీనికి గల ప్రాముఖ్యం మూలాన, వాయు కాలుష్యంగా పరిగణించరు. గాలిలో తేమ విశేషంగా ఉన్నప్పుడు యిది కార్బనికామ్లం (Carbonic acid)గా మారి లోహపదార్థాలను, అనేక శిలా కట్టడాలను కొరికివేస్తుంది. నేడు విపరీతంగా పెరిగి పోతున్న దీని పరిమాణం వలన వాయుమండలపు వికిరణసంతులనం (Radiation balance) మార్పుచెంది, గాలియొక్క సగటు ఉష్ణోగ్రతలు పెరుగుతున్నట్టు కనుగొనబడింది. ఈ కారణంగా ధృవప్రాంతాలలోను, ఉన్నత పర్వత శ్రేణులపైనను గల హిమావరణం (Snow cover)కరిగి సముద్ర మట్టం పెరగడంవలన అనేక తీరప్రాంతాలకు ముప్పు ఏర్పడ వచ్చునని ఆందోళన చెందుతున్నారు. భౌగోళికంగా భూమధ్యరేఖకు, ధృవమండలాలకూ మధ్యగల ఉష్ణోగ్రతలోని వ్యత్యాసం మార్పు చెందడంవలన, వాయుమండలపు సాధారణ స్థితిగతులు కూడా తీవ్రంగా మారి వాటి ప్రభావం శీతోష్ణస్థితుల మీద ప్రతిఫలిస్తుందని వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు హెచ్చరిస్తున్నారు.

నత్రజని యొక్క అనేక ఆక్సిదాలలో కాలుష్యంగా పరిగణించబడేవి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్, నైట్రోజెన్ డైఆక్సైడ్ అనే రెండు వాయువులు మాత్రమే. నగరీకరణానికి ప్రమాణ సూచికగా పరిగణించబడే మోటారు శకటాలు, నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ ఉత్పాదనకు ప్రధానకారణాలు. అయితే గాలిలో ప్రవేశించగానే యిది నైట్రోజెన్

డైఆక్సైడ్ గా పరిణామం చెంది, అతి ప్రమాదకర విష వాయుకాలుష్యంగా తయారవుతుంది. పసుపు, ఎరుపు మిశ్రమ వర్షంలో ఉండే ఈ వాయువు, వెగటయిన వాసనను కలిగి అధిక పరిమాణాలలో ప్రాణహానిని కూడా కలుగజేయవచ్చు. వర్షపు నీటిలో యిది కరిగి, నైట్రికామ్లం (Nitric Acid)గా మారి, లోహపు వస్తువులను మొక్కలను ఎదుర్కొంటుంది.

వాయుమండలాన్ని ఆవరించే అత్యాధునికమైన కాలుష్యం రేడియో ధార్మిక సంబంధమైనది. అనేక షరమాణు ప్రక్రియల ద్వారా వెలువడే యీ కాలుష్యాలు మానవ శరీరాన్ని ప్రవేశించి జీవకణాలను సైతం నాశనం చేస్తాయి. పుట్టకురుపు వంటి భయంకరమైన వ్యాధులను కలిగించడమే గాక మానవ సంతతిలో వంశ్యత్వాన్ని కూడా యివి కలుగజేయవచ్చునని వైద్యులు తెలుపుతున్నారు.

పరిశ్రమల నుండి వాయుమండలాన్ని ప్రవేశించే కాలుష్యాల నివారణ పరిశ్రమల వద్దనే జరగాలని శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయం. రసాయన పారిశ్రామిక ప్రక్రియల ద్వారాను, తగిన విధానాల రూపొందించిన ద్వారాను, ఇటువంటి కాలుష్యాల ఉద్భవాన్ని అదుపులో పెట్టుకోగలిగితే, తరువాత గాలిని శుభ్రపరచే యంత్రాంగానికి గానీ, యితర పరిరక్షణ చర్యలకు గానీ అవసరం ఉండదు. అలాగే మోటారు వాహనాలను అనుసత్యమూ శుభ్రపరుస్తూ, మంచి స్థితిలో ఉంచుకున్నట్టుంటే వాటి నుండి వెలువడే కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోకార్బన్లు అత్యల్ప పరిమాణాలలోనే ఉంటుంటాయి. అనేక యాంత్రిక సాధనాల ద్వారా కాలుష్యాలను గాలిలో కలియకుండా నివారించవచ్చు. అలాగే చమురు పాతకబద్ధ కేంద్రాల నుండి వెడలే నిరుపయోగ వాయువులను దహన క్రియల ద్వారా అంతమొందించవచ్చు.

వాయుమండల కాలుష్యాలకు వాతావరణ ప్రక్రియలతో, అతి సన్నిహిత సంబంధం ఉంది. ఏ

ద్వారా కొట్టుకొని వచ్చు మట్టి, బురద ద్వారా కలిగే మార్పులకు కూడా ఇది వర్తిస్తుంది.

### జలకాలుష్య పదార్థాలు :

ఈ దిగువనిచ్చిన వ్యర్థ పదార్థాల ద్వారా చెరువులు, సరస్సులు, నదులు, ఉప్పుచేరులు మరియు సముద్రాలు కలుషిత మగుచున్నవి.

1. గృహ సంబంధమైన ములుగుడు (Domestic sewage).
2. పరిశ్రమల నుండి వచ్చు కార్బనిక వ్యర్థ పదార్థాలు (Industrial organic wastes).
3. చీడ సంహారక పదార్థాలు. (Pesticides)
4. మరికిని తొలగించే పదార్థాలు (Detergents).
5. అకార్బనిక వ్యర్థ పదార్థాలు. (Inorganic wastes)
6. ముడి నూనె మరియు నూనె విశేషజలజరుపు పదార్థాలు (Crude oil and oil dispersants).
7. అణుధార్మిక వ్యర్థ పదార్థాలు (Radioactive wastes).
8. ఉష్ణము (Heat).

ఈ కాలుష్యాలను చెరువులు, మరి ఇతర స్థానిక జలాశయాలలో కలపే, ప్రవహించే జలాలలో ఎక్కువగా కలపడం జరుగుతూ ఉన్నది, ఇవన్నీ త్వరగా సముద్రములో కలిసిపోయి హాని కలిగించ వన్న దురభిప్రాయంతో. నదులు సముద్రంలో కలిసే నదీ ముఖద్వారాల (Estuaries) వద్ద పీనిని ఎక్కువగా వదలు చున్నారు. సముద్రాలు ఎంత పెద్దవయినా, ఒక పరిమితి దాటిన తరువాత ఆ మహాసముద్రాల జలమంతయు కలుషితమయ్యే అవకాశములు ఉన్నవని ఇటీవలనే శాస్త్రజ్ఞులు గ్రహించారు.

### కాలుష్యము వలన కలుగు కష్టనష్టాలు :

కాలుష్యాల కలయిక వలన ఏ జలమైనా తొందరగా మార్పు చెంది అందులోని ప్రాణ వాయువు స్థాయి (Level) తగ్గి, జీవరాసులన్నియు విషగ్రస్తాలవుతాయి. ప్రవహించే నీటిలో కంటే, చెరువులు, సరస్సులు, మొదలయిన నిలవ ఉన్న నీటిలో జీవించు జీవుల మీద కాలుష్యాల ప్రభావం ఎక్కువగా ఉంటుంది. మత్స్యసంపద తగ్గి పోతుంది. ఈ పరిస్థితికి తట్టుకోకలిగిన నీలి-ఆకు పచ్చ శైవలాలు, జంతువులు కనుపిస్తాయి. జలము దుర్గంధముతో నిండి, నివాసానికి, విహారానికి పనికిరాకుండ పోవును. సముద్రాలలో కలిసిన కాలుష్యాలు కూడా, అలల వలన, ప్రవాహాల వలన, ఒకే చోట కేంద్రీకృతాలై తీరప్రాంతాలను పాడు చేస్తాయి.

గృహ సంబంధమైన ములుగుడులోను, కొన్ని రకాల పరిశ్రమలలోనూ, కలప మిశ్రమలోను, చేప పొడిని, మాంసమును, ఆహార పదార్థాలను తయారు చేయు లేక నిలువ చేయు పరిశ్రమలలోను, పాల పరిశ్రమలలోను, తోళ్ళ పరిశ్రమలలోను, మంచులు తయారుచేయు ఫ్యాక్టరీలలోను కార్బనిక వ్యర్థ పదార్థాలు ఎక్కువగా ఉండును. ఈ రకపు ములుగుడును తగిన పాళ్ళలో నీటిలోనికి వదలిన, అది సూక్ష్మ క్రిములద్వారా అనేక మార్పులుపొందగా, అందులో ఉండే భాస్వరము, నత్రజని, యితర ఖనిజ లవణాలు, కార్బనిక పదార్థాల వలన, నీటి మొక్కలు, జంతువుల పెరుగుదలకు దోహదము జరుగుతుంది. కాని ఈ రసాయనిక మార్పులకు ప్రాణ వాయువు ఎక్కవగా కావలెను. ఒక వ్యక్తి విసర్జించిన మల పదార్థాలు మార్పు చెందుటకు 115 గ్రాముల ప్రాణవాయువు కావలెను. ఇంత మోతాదులో ప్రాణవాయువు, 10,000 లీటర్ల నీటి ద్వారా లభ్యమగును. అందు వలన నీటిలోకి వదలిన ములుగుడు యొక్క గాఢతను బట్టి ప్రాణవాయువు

స్థాయి తగ్గి, జీవరాసులకు ప్రాణనష్టము సంభవించును.

అవసరము లేని జీవరాసుల బారి నుండి కాపాడడానికి అనేక రకములయిన చీడ సంహారక పదార్థాలు తయారు చేయబడ్డాయి. ఈ కోవకు చెందిన గుల్మసంహారక పదార్థాలు (Herbicides), శిలీంధ్రసంహారక పదార్థాలు (Fungicides), క్రిమి లేక కీటక సంహారక పదార్థాలు (Insecticides) నీటిలో కలసినప్పుడు అనేక మార్పులు చెందును. వ్యవసాయంలో ఉపయోగించు ఈ రసాయనాలు గాలి, వర్షము (నేలమీద నీటి పారుదల) ద్వారా జలాశయాలను కలుషితం చేస్తాయి. పృథ్వీ సంహారక పదార్థాల ద్వారా నీటిలోని అనవసరమైన మొక్కలను నాశనము చేసినప్పుడు, మొక్కలన్నీ నీటిలో కుళ్ళి, ప్రాణ వాయువును తగ్గించి, జీవరాసులకు హాని కలిగించును. పరాధియాన్, డైసల్ఫోటాన్, మనజాన్ మొదలగు కార్బనిక్-బాస్టర్ పదార్థాలు (Organo - phosphorus compounds) ఎంత విషతుల్యమో అంత తొందరగా మూలపదార్థాలుగా విడిపోయి, ప్రాణాపాయ పరిస్థితికి దారి తీయవు. కాని నేలనీటి పారుదల (Land drainage) ద్వారా నీటిలోని బాస్టర్లము పాళ్లు ఎక్కువయి ఒకే రకపు మొక్కలు అభివృద్ధి చెంది నీరు కలుషిత మగును. ఇంకొక రకమయిన కార్బనిక్. హరిత పదార్థాల (Organo chlorine compounds). లో ముఖ్యమయినది. డి. డి. టి. (D. D. T.) క్రిమి నాశనానికి ఉపయోగించే ఈ డి. డి. టి ఏ విధంగా హాని కలిగిస్తుందో చెప్పడానికి కాలిఫోర్నియా లోని క్లయర్ లేక్ (Clear Lake) లో వచ్చిన మార్పులు ఉదాహరణగా తీసుకొనవచ్చును. చేపలు పట్టడానికిని, విహారానికిని, ఉపయోగించే ఈ సరస్సులో దోమలును ఒక రకమయిన పురుగులును ఎక్కువగా ఉండుట చేత అతి తక్కువ మోతాదులో డి. డి. టి ని వాడి

క్రిములను, నివారణ చేయడం జరిగినది. కాని ఇది ఉపయోగించిన 5-8 సంవత్సరాల తరువాత ఈ సరస్సులోని చేపల సంతానోత్పత్తి, పెరుగుదల తగ్గి, అవి ఒకే సారిగా చచ్చి పోవడం (Mass mortality) జరిగినది. ఏకకణ మొక్కల (Phytoplankton) నుండి ఆహార వలయం (Food cycle) ద్వారా డి. డి. టి నీటిలో కలిపిన దాని కంటే చేపలలో 800 రెట్లు ఎక్కువగా చేరుటచేత అవి చనిపోయినవని పరిశోధనల ద్వారా తెలిసింది. ఇదే విధంగా జలకాలుష్యం వలన నీటిలో ఉండే జీవరాసులలో, నీటి పక్షులలో, మానవులలో, క్రిమి సంహారక పదార్థాలు ఎక్కువగా నిలువ ఉన్నట్లు కనుగొనబడింది. ప్రాణాపాయకరమైన మోతాదు (Lethal dose) కు మించి నిలువ ఉన్నప్పుడు జీవులకు ప్రాణనష్టము కలుగునని తెలియుటచే డి. డి. టి వాడకం చాలా దేశాలలో తగ్గించినారు.

మురికిని తొలగించు పదార్థాలు పెట్రోలు నందుండు రసాయనాల ద్వారా తయారుచేయబడుచున్నవి. కఠినజలములో ఇవి సబ్బుకంటే బాగా శుభ్రపరచుట చేత వీటి వాడకం గృహాలలో, పరిశ్రమలలో పెచ్చయినది సబ్బుచురుగు కాలువ లోనికి చేరగానే, బాక్టీరియా దానిని ముడి పదార్థాలుగా విడగొట్టును. కాని డిటర్జెంట్లు ఈ విధంగా రసాయనిక మార్పు జరుగకుండా, నీటిలో ఒక కాలుష్యంగా పరిణమించినవి. దీని ఫలితంగా ఈ డిటర్జెంట్లు ఇళ్ళ నుండి, ఫ్యాక్టరీల నుండి మురుగు కాలువల ద్వారా నదులలో, సముద్రాలలో ఒక చోట చేరి నీటిమీద నురుగుగా తేలుతూ ఉంటున్నవి. ఈ నురుగు గాలిలోకి బంతులుగా తేలి వాటి ద్వారా విషక్రిముల వ్యాప్తి జరుగును. నీటిలోకి 0.1 Ppm డిటర్జెంట్లు కలసినప్పుడు అది ప్రాణవాయువును 50 శాతం తగ్గించును. బ్రవుట్ (Trout) వంటి సున్నితమైన చేపలు 1.0 Ppm గాఢతవున్న నీటిలో జీవించుటకు చాలా కష్టపడును.

వీటిని జరుగు డిటర్జెంట్ల తయారు చేయుట మురుగు బడుచున్న ఈ మార్పు పదార్థాలుగా పాళ్లు ఎక్కువ (culation)

రసాయన ద్వారా అవ్యర్థ పదార్థాలను, కపాదరసవక్రొమియం ఖరలోహ కలయుచు మరి ఇతర నీటిలో కలకూడా ఏ చేయబడి జపానులో మిత్రై మారి, కేమోతాదముగా వా అను కి జరిగినది

ప్రజల నూనెట దేశాలకొని ద్వారా నష్టపడు

(

“పరిసరాలు” అనేది పరిమితార్థం గల పదం మాత్రమే. వివిధ ప్రాంతాలలోని పరిసరాలు వేర్వేరుగా ఉంటాయి. తీర పరిసరాలు, పర్వత అటవీ పరిసరాలు, సరోవర పరిసరాలు, గ్రామీణ, నగర, మొదలైన అనేక పరిసరాలను గుర్తించవచ్చు. ఆయా పరిసరాల సమస్యలు కూడా వేరు వేరుగా ఉంటాయి. అయితే యీ పరిసరాలు స్వచ్ఛంగా ఉండక అనేకవిభిన్న పరిస్థితుల మిశ్రమాలుగా ఉండడం నేటి నాగరిక ప్రపంచపు ప్రత్యేకత. అటువంటి మిశ్రమ పరిసరాలను, వాటి వాటి క్లిష్ట సమస్యలను, ఆవ

గాహన చేసుకోదానికి పరిశోధనా కృషి అవసరం. ఊహకందం! వేగంతో సాగిపోతున్న నేటి ప్రపంచ సంస్కృతిలో, మానవ పరిసరాల పరిరక్షణకు, ఎంతో ప్రాధాన్యం ఉంది. మన మనుగడ, శ్రేయస్సు ఈ సమస్య పరిష్కారం మీదనే ఎంతో ఆధారపడి ఉన్నాయి. పరిసరాల నిర్లక్ష్యం, అత్యుపేక్షా సదృశమే కాగలదన్న వాదనలో అతిశయోక్తిగాని, అన్యతం గాని ఏ మాత్రమూ లేవు.

ఆచార్య వారణాశి పార్వతీ సుబ్రహ్మణ్యం.

## 229. జల కాలుష్యము

ప్రకృతిలో ప్రాణికోటి జీవించడానికి కావలసిన ముఖ్యవసర వస్తువులలో నీరు ఒకటి. వ్యవసాయమునకు, పరిశ్రమలకు, గృహ సంబంధమైన పనులకు పరిశుభ్రమైన నీటి అవసరము ఎంతయినా ఉన్నది. నాగరికత పెరుగుతున్న కొలదీ ప్రపంచం పారిశ్రామికంగా అభివృద్ధి చెందుతున్న కొలదీ, పల్లెలను విడిచి పట్టణాలలో నివసించడం మానవుడు నేర్చుకున్నాడు. మానవ జీవిత విధానంలో వచ్చిన మార్పులలో అనేక రకాలయిన కాలుష్యాలను (Pollutants) నీటి వనరులలోనికి వదలివేయడం జరుగుతూ ఉండేది. ఈ మధ్య కాలంలో జనాభా పెరుగుదల వలన, విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధి వలన, జలకాలుష్యం (Water pollutants) బెడద ప్రపంచంలోని అనేక అభివృద్ధి చెందిన దేశాలలో ఖాగా ఎక్కువగుతూ ఉన్నది. ఈ పరిస్థితి యిలాగే కొనసాగితే ప్రకృతిలో సహజసిద్ధమైన మార్పులు జరిగే అవకాశముతగ్గి భూమి మీదనున్న వృక్ష, జంతు జాలములకు నష్టము కల్గడమే కాక, మానవుని మనగడకే భంగము వాటిల్లునని జీవ శాస్త్రజ్ఞులు అందోళన చెందుచున్నారు.

జలకాలుష్య మంటే ఏమిటి?

ఈ జలకాలుష్యాన్ని ఒక్కొక్క చోట ఒక్కొక్క రకంగా నిర్వచించడం జరిగినది. మొదట్లో నీటి ద్వారా బైప్రాయిడ్, కలరా మొదలగు వ్యాధులు వచ్చుటచేత, జలకాలుష్యానికి, సరిగా శుద్ధి చేయని మురుగుడు (Sewage) కు సంబంధం ఉందనే వారు. అనేక ద్రవ, ఘన, వాయు పదార్థాల కలయిక వలన, భౌతిక రాసాయనిక, జీవ సంబంధమైన మార్పుచెంది, మానవునకు, పరిశ్రమలకు, వ్యవసాయానికి, విహారానికి, పశు సంపదకు, వన్య మృగాలకు, పక్షులు, చేపలు మరి ఇతర జలజీవాల (Aquatic life) కు ఉపయోగకరంగా లేనప్పుడు, ఆ జలము కలుషితమైనదిగా చెప్పబడేది. జీవశాస్త్రజ్ఞులు “ఆవరణ వ్యవస్థల” (Ecosystems) కు హాని కలిగించే ఏ పదార్థముల చేతనైనా కలుషితమైన జల పరిసరాల (Aquatic Environment) ను, జలకాలుష్యముగా భావించుచున్నారు. దీని ప్రకారము మానవునిచే చేయబడు పనులే గాక, ప్రకృతిలో నీటి పారుదల



Islands) అంటారు. వీనిమూలంగా గాలిలో ప్రవేశించే ధూళి, ధూమము, ఇతర వాయు కాలుష్యాలు బాగా మిశ్రితం చేయబడి వ్యాపన చెందుతాయి.

మన దేశంలో సాధారణ సంవత్సరంలోని ప్రధాన ఋతువులు రెండు: జూన్ నుండి సెప్టెంబర్ వరకు సాగేది నైఋతి ఋతుపవన కాలం, డిసెంబర్ నుండి మార్చి వరకు ఈశాన్య ఋతుపవన కాలం. ఈ రెండింటి యొక్క సంధి సమయంలో సంభవించేవి ఆక్టోబర్ నుండి నవంబర్ వరకు - తిరోగమనం నైఋతి ఋతుపవన కాలం (Retreating Southwest Monsoon Season). ఏప్రిల్, మే రెండు నెలలూ వేసవి కాలమున్ను. సంధి ఋతువుల (Transition Seasons)లో గాలులు బలంగా వీస్తూ, వీచే దిక్కులు కూడ తరచు మారి పోతుండడం వలనను, ఊర్ధ్వ దిశలోని ఉష్ణోగ్రత, క్షీణత, అనుకూలంగా ఉండడం వలనను, కాలుష్యాలు పూర్తిగా చెదర గొట్టబడి ఎంతో దూరం కానిపోయేతాయి. నైఋతి ఋతుపవన కాలంలో, ముఖ్యంగా ఆకాశం మేఘావృతం అయి ఊర్ధ్వ ఉష్ణోగ్రత క్షీణత (Temperature Lapse Rate) కూడ బలహీనంగా ఉన్నప్పుడు - వాయుకాలుష్యాలు గాలిలో సమీకరించబడి, క్రిందకు దిగి, నివాస ప్రాంతాలను యిబ్బందులకు గురి చేస్తుంటాయి.

శీతాకాలమైన ఈశాన్య ఋతుపవన కాలంలో వాయు కాలుష్య ప్రభావం తరచుగాను, తీవ్రంగాను ఉంటుంది. సాధారణ వాయు ప్రసారం ఈ కాలంలో ఈశాన్య దిక్కు నుండి ఉన్నా, దినంలోని సంధి సమయాలయిన సూర్యోదయానికి పూర్వం, సూర్యాస్తమయానికి పిమ్మట వాయు పరిస్థితులు ప్రశాంతంగా ఉండి, అధోతల ఉష్ణోగ్రతా విలోమాల (Low Level Temperature Inversions) ఏర్పాటుకు తగిన అవకాశం కలుగుతుంది. సాధారణంగా దీనివలననే కాలుష్యపు బెడద తిరిగి సంభ

విస్తుంది. విశాఖపట్టణం వంటి నగర పరిసరాలలో గల పారిశ్రామిక కేంద్రాల వలన వాయుకాలుష్య సంఘటనలు సామాన్యంగా యీ పై వాతావరణ సందర్భాలలోనే కలుగుతుంటాయి.

వాయుకాలుష్య నిరోధ విషయంలో మనం గ్రహించ వలసిన విషయాలు కొన్ని ఉన్నాయి. ప్రాంతీయ వాతావరణం, శీతోష్ణస్థితి, భౌగోళిక పరిస్థితుల ననుసరించే పరిశ్రమలను నెలకొల్పడం జరగాలి. ఈ సందర్భంలోనే పారిశ్రామిక, నివాస ప్రాంతాల పరస్పర సంబంధాలు గుర్తుంచుకోవలసి ఉంటుంది. ఒకసారి వాటి నిర్మాణం జరిగిన తర్వాత, ఇక కాలుష్యాల నివృత్తికి మనం ఆధార పడవలసినది వాతావరణ పరిస్థితులపైననే. పరిశ్రమలు గాలిలో విడిచే కాలుష్యాలను ముందుగానే తగిన రసాయనిక సాంకేతిక విధానాల ద్వారా ప్రమాద స్థాయిని మించకుండా నిలిపి, జాగ్రత్త వహించాలి. స్వచ్ఛందంగా అధికారులు ఆ విధానాలను ఆవలంబించకపోతే, తగిన శాసనంద్వారా వారు అవి పాటించేటట్లు చేయాలి. ఇది ప్రజారోగ్యం దృష్ట్యా ప్రభుత్వాలు నిర్వహించ వలసిన కనీస ధర్మం.

వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ విషయంలో ఎంతో సహాయకారి కాగలడు. గాలిని సర్వదా పరిశీలిస్తూ ప్రతి దినమూ గాలిలోని కాలుష్యాల స్థాయిని నిర్ణయిస్తూ, ముందు కలుగబోయే వాతావరణ పరిస్థితుల దృష్ట్యా కాలుష్య పరిమాణాలు పెరిగే సందర్భాలను కనుగొని, తగిన హెచ్చరికలను అందచేయగలడు. ఈ సమాచారం పారిశ్రామిక కేంద్ర నిర్వాహకులకు ఎంతో ఉపకరిస్తుంది. ఏ వాతావరణ స్థితి సందర్భాలతో విస్తర్తన పదార్థాలను ఎంతెంత స్థాయిలకు పరిమితం చేయాలో లేక ఏ సమయంలో వాయుకాలుష్యాలను వెలువరిస్తే ప్రమాదం ఏర్పడదో మొదలైన విషయాలపై తగిన నిర్ణయాలను తీసుకోవచ్చు.

ప్రాంతంలోనైనా గాలిలోని కాలుష్యాల సాంద్రతను నిర్ణయించేది వాయుమండలపు సంచలన సూచిక (Atmospheric Turbulence Index). గాలి వేగం గాను, చిందర వందరగాను వీస్తున్నప్పుడు గలిగే సంచలన వాతావరణంలో పొగ, యితర వాయుకాలుష్యాలు బాగా మిశ్రితం చెంది, విఠిల ప్రాంతాలపై వ్యాపించి ఎంతో దూరం కూడా కొని పోబడుతాయి. అలాగ కాక గాలి స్థిరంగా ఉండి, మెల్లగా వీస్తున్నప్పుడు, ఈ సంచలనం కూడా బలహీనంగా ఉండి, కాలుష్యాల విస్తరణకు వ్యాపనకు అవకాశం సన్నగిల్లి, వాయుకాలుష్యపు బెడద యెక్కువ అవుతుంది.

వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు ఈ సంచలనాన్ని ఊర్ధ్వ దిశలో ఉష్టోగ్రత చెందే మార్పుల ద్వారా నిర్ణయిస్తారు. సర్వసాధారణంగా నేలమీద నుండి పైకి పోతున్న కొద్దీ గాలియొక్క ఉష్టోగ్రత తగ్గుతుంది. ఈ సందర్భాలలో వాయు సంచలనం తగినంతగా ఉండి, గాలియొక్క కదలికలు పెరిగి వాటితో బాటు కాలుష్యాల విస్తరణ కూడా ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఈ కారణంగా గాలిలో వాటి సాంద్రత ప్రమాద స్థాయికి ఎంతో తక్కువగా ఉంటుంది. కొన్ని సమయాలలో పైన ఉండే గాలి, దిగువగాలి కంటే హెచ్చు ఉష్టోగ్రత కలిగి ఉండడం వలన, ఉష్టోగ్రతా విలోమనం (Temperature Inversion) ఏర్పడి పరిస్థితులు విషమిస్తాయి. ఈ సందర్భాలలో వాయుసంచలనం సన్నగిల్లి కలుష వాయువులు, ధూళి, ధూమం మొదలైన ఇతర పదార్థాలు - నేల వద్దనేగల గాలి పొరలలో - సమీకరించబడతాయి. అయితే ఇట్టి ఉష్టోగ్రతా విలోమనాలు, సామాన్యంగా బహుకొద్ది కాలం రాత్రిపూట మాత్రమే కొనసాగుతూ, సూర్యోదయం తర్వాత సమసిపోతుంటాయి. కాని వాతావరణం ప్రతి కూలించినప్పుడు, ఈ పరిస్థితులు దీర్ఘకాలం పాటు కొనసాగడం వలన పరిశ్రమల నుండి, యితర

ప్రదేశాల నుండి, నిరంతరం వెలువడే కాలుష్యాల వ్యాపనకు తగిన అవకాశం లేక, నేలవద్దనే గల గాలి పొరలలో అవి బంధింపబడి వాటి సాంద్రతలు శీఘ్రముగా పెరిగి, తీవ్రమైన కాలుష్య ప్రమాదాలు ఏర్పడుతాయి.

నేలవద్దనుండే గాలియొక్క ఉష్టోగ్రతయు, ఊర్ధ్వ దిశలో దాని ఊణతయు స్థిరంగా ఉండక మార్పుచెందుతుంటాయి. సూర్యోదయం వీమ్మట సూర్యరశ్మి వలన నేలవేడెక్కి దానిపై నుండే గాలి కూడా వెచ్చగిల్లి, పలుచనయి పైకి లేస్తుంది. పైనుండి, పరిసరాల నుండి చల్లనైన గాలి ఆ ప్రదేశాన్ని ఆక్రమించి, తిరిగి వేడెక్కి పైకి పోతుంది. గాలి యొక్క ఊర్ధ్వచలనం (Convection) అందు వలన క్రమేపీ తీవ్రమౌతుంది. తద్వారా మిశ్రితం చెందే గాలి పొరల యొక్క మందం - సూర్యరశ్మి యొక్క తీక్షణత, నేలయొక్క వికిరణ ధర్మాలు, ఋతువులు, మొదలైన - పెక్కు అంశాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. రాత్రిపూట, ముఖ్యంగా ఆకాశం నిర్మలంగా ఉన్నప్పుడు, ఉష్టోగ్రత విస్తరణ దీనికి భిన్నంగా ఉండి, వికిరణ శీతలీకరణం (Radiational Cooling) వలన మార్పు చెందుతుంటుంది. దీని మూలంగానే ఉష్టోగ్రతా విలోమనాలు ఏర్పడి ఊర్ధ్వ దిశలో గాలియొక్క చలనం పూర్తిగా స్తంభించి గాలి స్థిరపడి పోతుంది.

నగర ప్రాంతాల ఉష్ణస్థావరత (Heat capacity) గాలి యొక్క సాధారణ ఉష్టోగ్రత ఊణత క్రమాన్ని మార్చివేస్తుంది. ముఖ్యంగా రాత్రి సమయాలలో భవనాలు, భారీకట్టడాలు - పగటిపూట సూర్యరశ్మి వలన తాము గ్రహించిన - ఉష్ణతను తిరిగి విసర్జించి ఉష్టోగ్రతా విలోమనాల ఏర్పాటుకు ఆటంకం కలుగజేస్తాయి. ఈ కారణంగా నగర, పారిశ్రామిక ప్రాంతాలలో రాత్రిపూట ఏర్పడే అధికోష్ణ ప్రదేశాలను "ఉష్ణ ద్వీపాలు" (Heat

## 230. ఖగోళ శాస్త్రము

పరిచయము

మానవునికి జ్ఞానంవచ్చి ఆకాశాన్ని చూచిన సమయముననే ఖగోళశాస్త్రం ఆవిర్భవించిందని చెప్పవచ్చును. అందుచేతనే ఈ శాస్త్రాన్ని అన్ని విజ్ఞాన శాస్త్రాలకన్న ప్రాచీనమైనదిగా గుర్తించారు.

విశ్వంలో మనం ఉంటున్న భాగాన్ని సూర్య కుటుంబం అని అంటారు. దీనిలో సూర్యుడు, భూమి, చంద్రుడు, ఇతర గ్రహాలు, వాటి ఉపగ్రహాలు, గ్రహ శకలాలు, తోక చుక్కలు, ఉల్కలు ఉన్నాయి. సూర్యకుటుంబానికి సుదూరంలో సూర్యుణ్ణి పోలిన నక్షత్రాలు ఉన్నాయి. ఇవి ఒంటరిగా గాని, జంటగా (అరుంధతి) గాని, గుంపులుగా (కృత్తిక) కాని ఉంటాయి. నిర్మల ఆకాశంలో రాత్రిపూట రెండు లేక మూడువేల నక్షత్రాలు మన కంటికి కనిపిస్తాయి. దూరదర్శినితో చూస్తే లక్షలాది నక్షత్రాలు కనిపిస్తాయి. నక్షత్రాల మధ్య ప్రదేశం శూన్యంగా ఉండక అతిపలుచగా వాయువు, ధూళి ఉన్నాయి. దీనినే 'నక్షత్ర అంతరాళ పదార్థం' (Interstellar matter) అని అంటారు. ఆకాశాన్ని పోటోలు తీస్తే ఈ పదార్థాన్ని నెబ్యులాల రూపంలో చూడవచ్చు.

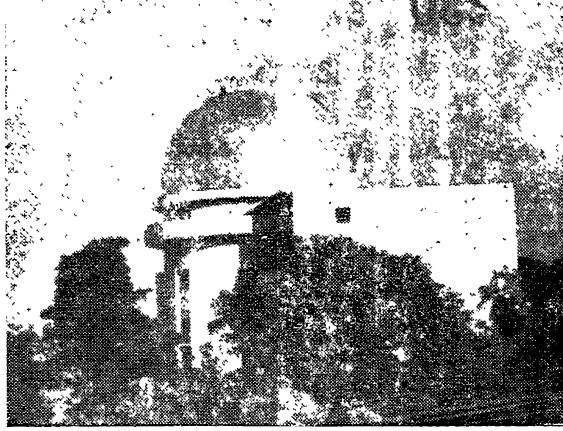
రాత్రిపూట నిర్మల ఆకాశంలో అర్ధవృత్తాకారంలో ఉన్న తెల్లని మేఘపుదారమ మీరు, మీలో చాలామంది చూచి ఉంటారు. దీనినే "పాలపుంత" (Milky way) అని అంటారు. దూరదర్శినితో చూస్తే ఈ మేఘం అనేక చిన్న చిన్న నక్షత్రాలుగా విడిపడి కనిపిస్తుంది. ఆకాశంలో మన కంటికి

కనబడే నక్షత్రాలు, సూర్యుడు, నెబ్యులాలు అన్నీ కూడ పాలపుంతలోని భాగాలే. పాలపుంతలో, సుమారు నూరు బిలియన్ల ( $100 \times 10^9$ ) నక్షత్రాలు ఉన్నాయి. ఈ నక్షత్ర సముదాయాన్ని "మన జ్యోతిర్విశ్వం" (Galaxy) లేక "పాలపుంత" అని పిలిస్తారు. విశ్వంలో ఇలాంటి జ్యోతిర్విశ్వాలు కోటానుకోట్లు ఉన్నాయి. ఇవి చాలా దూరాల్లో ఉండడం చేత కంటికి కన్పడవు. పెద్ద దూరదర్శినులతో పోటోలు తీస్తే కనపడతాయి.

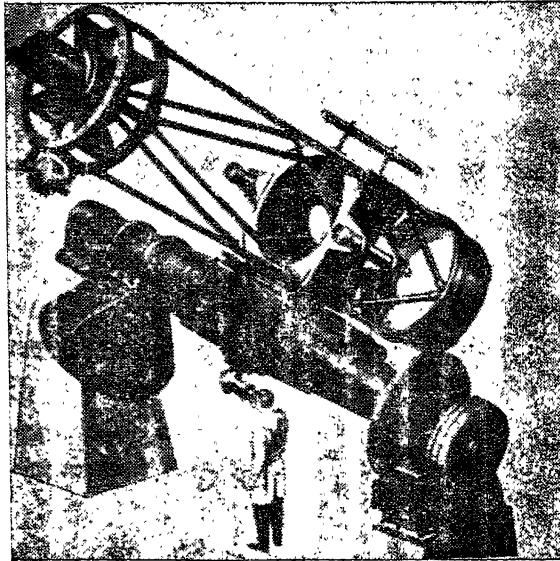
పైన పేర్కొనిన విషయాలను బట్టి ఖగోళ విజ్ఞాన శాస్త్ర పరిధి ఆనంతం అనిపిస్తుంది. తొలి రోజులలో మానవులు ఆకాశాన్ని వీక్షించినపుడు అక్కడ వారికి గ్రహాలు కన్పడ్డాయి. ఇవి రోజు రోజుకు తమ ఉనికిని మారుస్తుంటే నక్షత్రాలు స్థిరంగా ఉన్నాయి. అందుచేత ఉత్సుకత కలిగిన మానవుడు ఆకాశాన్ని - అంటే విశ్వాన్ని - పరిశీలించడం మొదలుపెట్టాడు. గ్రహాలు తిరుగుతున్న నక్షత్రాలు తిరుగక పోవడంచేత, గ్రహాలు వాటి పోకడలచే భూమిపై నున్న వారి జీవితాలను నడిపిస్తాయనే నమ్మకం ప్రబలింది. ఈ నమ్మకమే వలజ్యోతిష్యము (Astrology) నకు దారి తీసింది. పురాతన ఆల్కెమీ (Alchemy) కు నేటి రసాయనిక శాస్త్రానికి ఎట్టి సంబంధం ఉందో, అట్టి సంబంధమే నేడు వలజ్యోతిష్యానికి, ఖగోళ విజ్ఞాన శాస్త్రానికి ఉందని చెప్పవచ్చును. కాని నాడు చేయబడిన గ్రహవలలోకనలు తర్వాతి కాలంలో కెప్లరు, న్యూటనులు అనేక సిద్ధాంతాలు చేయడానికి దారి తీసినవి.

భౌతిక, రాసాయనికాది శాస్త్రాల వలె ఖగోళ శాస్త్రంలో ప్రయోగాలు చేసి సిద్ధాంతీకరించడం ఉండదు. ఖగోళమూర్తుల అవలోకనం పైననే

ఖగోళశాస్త్రం ఆధారపడి ఉంటుంది. ఖగోళ శాస్త్రంలోని ప్రయోగాలు నక్షత్రాల ఉపరితలం మీద, వాటి కేంద్రాంవర్తన, నక్షత్రాల మధ్య



పటము. 1 జాపాల-రంగపూరు వేధశాల; ఇది మైదరాబాదుకు 56 కి. మీ. ల దూరమున ఉన్నది.



పటము 2 జాపాల-రంగపూరు వేధశాలలోని పరావర్తన దూరదర్శిని; దీని అవర్సరు 120 సెం. మీ

ప్రవేశాల్లో జరుగుతాయి. ఈ ప్రయోగాల్ని భూమిపై చేయడానికి వీలుకాదు. భౌతిక రాసాయనిక ప్రయోగాల్లో చేసిన ప్రయోగాల ద్వారా గ్రహించిన సత్యాలు, సిద్ధాంతాలు, నక్షత్రాలకు కూడా వర్తిస్తాయని తెలిసికొని శాస్త్రజ్ఞులు చాలా సంతోషించారు. ఇలాగే ఖగోళ పరిశోధనలనేకం,

నక్షత్రాల గ్రహాల, ఇతర ఖగోళ మూర్తుల పరిశోధన, వీటినుండి మనసు చేరుతున్న కాంతి కిరణాలపైవనే ఆధారపడి ఉంటుంది. కాంతి వచ్చుచున్న దిశను బట్టి నక్షత్ర చలనాలను కనుగొనవచ్చును. నక్షత్రముల కాంతి యొక్క రంగును, వర్ణమాలను, ధ్రువీతమును (Polarization)



చిత్రము ౪. హైడ్రజన్ బాదులోని అణుమియో వెధకంలోని వక్రీభవన దూ దర్శిని; దీని అవర్పరు ౪7. 5 సెం.మీ.

భౌతిక శాస్త్ర పురోభివృద్ధికి తోడ్పడ్డాయి. స్కాటను కనుగొన్న గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతంవల్ల మేకే కర్ ఇంజనీరింగు వంటి శాఖలు ఉద్భవించాయి. నక్షత్రాల నుండి కిరణమయే శక్తికి మూలం "తాప కేంద్రక ప్రక్రియ" (Thermo nuclear reaction) అని తెలిసిన తర్వాత హైడ్రోజె బాంబు తయారయింది. రాకెట్ల కృత్రిమ ఉపగ్రహాల ప్రయోగాలు ఖగోళ విజ్ఞానం లేకపోతే జరిగేవికావు.

కనుగొన వచ్చును వీటి పరిశోధనల నుండి నక్షత్ర ముల దూరము, ద్రవ్యరాశి, వ్యాసము, ఉపరితల ఉష్ణత సంఘటన, కేంద్రము వద్ద పరిస్థితులు తెలిసికొనవచ్చును. ముందు రాబోవు ఆధ్యాత్మికంలో వీటిని గూర్చి విపులంగా విశదపరచడం జరుగుతుంది.

ఖగోళ శాస్త్ర పరిశోధనలో ముఖ్యంగా రెండు రకాలైన పరికరాల్ని వాడుతారు. అవి: 1) రేడియో

దూరదర్శినులు, (2) దృక్ దూరదర్శినులు. రేడియో దూరదర్శినుల గూర్చి ముందు ముందు విపులంగా తెలిసికోవచ్చును. దృక్ దూరదర్శినులు రెండు రకాలు. అవి : (1) వక్రీభవన దూరదర్శినులు, (2) పరావర్తన దూరదర్శినులు. వీటికి తోడు అనేక సహపరికరాలు ఉంటాయి. కంటితో చూచి కూడ కొన్ని పరిశోధనలు చేస్తారు. దూరదర్శినిలోని వస్తుకటకం లేక దర్పణం నక్షత్రాల నుండి వచ్చే సమానాంతర కాంతి కిరణాలను తమ కేంద్రం వద్దకు చేరేటట్లు చేస్తాయి. దూరదర్శినిలోని వస్తుకటకం లేక దర్పణం యొక్క వ్యాసాన్ని "అపర్చరు" (Aperture) అని అంటారు. దూరదర్శిని అపర్చరు ఎన్ని అంగుళాలు ఉంటుందో, ఆ దూరదర్శినిని అన్ని అంగుళాల దూరదర్శిని అని పిలుస్తారు. ప్రపంచంలోకెల్ల పెద్ద అపర్చరుగల దూరదర్శిని రష్యాలోని 288 - అంగుళాల పరావర్తన దూరదర్శిని. హైదరాబాదు సమీపానగల జాపాల రంగాపూరు వేధశాలలో 48 - అంగుళాల పరావర్తన దూరదర్శిని ఉంది. (చూ: పటములు-1, 2, 3.)

దూరదర్శినుల అపర్చరు హెచ్చిన కొలది అది ప్రోగుచేయు కాంతి కిరణాల సంఖ్యకూడ హెచ్చుతుంది. ఈ హెచ్చుదల దాని అపర్చరు యొక్క వర్గానికి సమంగా ఉంటుంది. 200 - అంగుళాల దూరదర్శిని ప్రోగుచేయు కాంతికిరణాలు, 4 - అంగుళాల దూరదర్శిని ప్రోగుచేయు కాంతికిరణాల కన్న 2500 రెట్లు హెచ్చుగా ఉంటాయి. అంటే పెద్ద దూరదర్శినులతో హీనకాంతి నక్షత్రాలను చూడవచ్చును. ఇంతేకాక ఖగోళమూర్తులను స్పష్టంగా చూడవచ్చును. అపర్చరు మరి పెద్దదైతే వాతావరణ ప్రభావంవల్ల వస్తువు ప్రతిబింబం స్పష్టత కోల్పోతుంది. 12 లేక 15 - అంగుళాల దూరదర్శినితో ఖగోళమూర్తులను చాల స్పష్టంగా చూడవచ్చును.

కటక దూరదర్శినిలో కాంతియొక్క అన్ని రంగులు ఒకే కేంద్రం వద్దకు రాలేక పోవడంచేత ప్రతిబింబం, రంగులుగా ఉండి అలంకృతమై ఉంటుంది. ఈ సమస్య తీరడానికి రెండు లేక మూడు కటకాల్ని కలిపి ఉపయోగించిన దూరదర్శినులు కూడ ఉన్నాయి. కాని మంచి కటకాల్ని, పెద్ద వాటిని, చేయడం చాల కష్టం. పరావర్తన దూరదర్శిను తో ఈ సమస్య ఉండదు. అంతేకాక పెద్దపెద్ద దర్పణాల్ని చేయడం సులభం. అందుకే పెద్దవైన 288 అంగుళాల, 200-అంగుళాల దూరదర్శినులు పరావర్తనాలు. రేడియో దూరదర్శినులు కూడ చాలవరకు పరావర్తనలే.

సూర్యుడు, చంద్రుడు, గ్రహాలు, నక్షత్రాలు - వీటి ప్రతిబింబాలను ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫ్లేటుపై తీస్తారు. ఇవి చాల కాలం వరకు పరిశోధనలకు పనికి రిస్తాయి. ఫోటోలనుండి నక్షత్రముల ఉనికిని, ప్రకాశాన్ని, సౌర, గ్రహబింబాల్ని పరిశోధిస్తారు. వివిధ సమయాల్లో తీసిన ఆకాశపు ఫోటోలను పోల్చి, అందలి నక్షత్రాల కాంతి, ఉనికిలోగల మార్పులను కనుగొంటారు. పసుపు, నీలి రంగు ఆద్దాలతో తీసిన ఫోటోలపై గల నక్షత్రాల ప్రకాశం నుండి వాటి రంగులను నిర్ణయిస్తారు. ఉదాహరణకు నీలిగా ఉండే నక్షత్రం నీలి రంగు ఆద్దంతో తీసిన ఫోటోలో, ఎరుపు రంగు ఆద్దంతో తీసిన ఫోటోలో కన్న హెచ్చు కాంతిగా ఉంటుంది. ఎరుపు నక్షత్రం దీనికి వ్యతిరేకంగా ఉంటుంది. ఒక గాజు పట్లకాన్ని కాని, గ్రేటింగ్ (Grating) ను కాని నక్షత్ర కాంతిమార్గంలో ఉంచి ఫోటో తీస్తే, ఈ కాంతి వివిధ వర్ణములుగా విడిపోయి ఆ నక్షత్రపు వర్ణమాల ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫ్లేటుపై పడుతుంది. నక్షత్ర వర్ణమాల పరిశోధకులకెంతగానో ఉపకరిస్తుంది.

నక్షత్రముల ప్రకాశాన్ని కొలవడానికి ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫ్లేటు అంత ఉపయుక్తము కాదు. నేడు

వీటికి బదులు లేజో విద్యుత్ పుటము (Photo Electric multiplier) లను వాడి అతి కాంతి హీన నక్షత్రముల ప్రకాశమును సైతము కొలుస్తున్నారు.

చంద్రుని, గ్రహముల ఫోటోలను తీయటకు ప్రత్యేకమైన కెమేరాలు ఉన్నాయి. అలాగే సూర్యుని పరిశోధించుటకు ఫోటో హేలియోగ్రాఫు, స్పెక్ట్రో

హేలియోగ్రాఫు, కరోనాగ్రాఫు వంటి ప్రత్యేక సాధనాలు ఉన్నాయి.

సూర్యకటుంబం గూర్చి, ఇతర నక్షత్ర జ్యోతిర్విశ్వముల గూర్చి ఇప్పుడు తెలిసికొందాము.

డా॥ యం. బి. కె. శర్మ.

## 231. భూమి

సమస్త జీవరాసులకు ఆధారము భూమి. భూమిని గురించి క్రింది తరగతులలో చదివియే యున్నాము. ఇది గుండ్రముగా నున్నదని మనకందరకు తెలిసిన విషయమే. భూమి సౌరకుటుంబము (Solar system)లో మూడవది దీనికి స్వయం ప్రకాశంలేదు; సూర్యుని కాంతిచేత మాత్రమే ప్రకాశించుచున్నది. జీవరాసులు జీవించుట కనువగు వాతావరణము కలిగి యుండుటచేత జీవరాసులు భూమి మీద నున్నవి. ఇది సూర్యుని నుంచి దాదాపు 149 మిలియన్ల కిలోమీటర్ల (93 మిలియన్ల మైళ్లు) దూరములో నున్నది. భూమి తనచుట్టు తాను 24 గంటల కాలములో తిరుగుచున్నందువల్ల మనకు రాత్రింబవళ్లు ఏర్పడుచున్నవి. ఇది సూర్యుని చుట్టు ఒక సంవత్సర కాలములో తిరుగుచున్నది.

భూమి ఆకారము పరిపూర్ణ గోళము కాదు. ఇది ప్రాస్తవ గోళాకారము (oblate spheroid) అనగా, దక్షిణ ధ్రువము కొద్దిగ నొక్కబడి (Slightly indented) యున్నట్లున్నది. ఉత్తర ధ్రువము కొద్దిగా బాహుళిగ (Slightly extended) యున్నట్లు కృత్రిమ ఉపగ్రహము (Artificial Satellite) ల ద్వారా జరిపిన పరిశోధనలవల్ల తెలియుచున్నది. భూమధ్య వ్యాసము (Equatorial diameter)

సుమారు 12,756 కిలో మీటర్లు; ధ్రువ వ్యాసము (Polar diameter) సుమారు 12,698 కిలో మీటర్లు.

వాన్ హాలీ (P. Von Jolly) అను శాస్త్రజ్ఞుడు వైశ్లేషిక త్రాసు (Analytical balance) సహాయముతో భూమి యొక్క ద్రవ్యరాశి (Mass)ని  $6 \times 10^{27}$  గ్రాములుగా కనుగొనెను. భూమి సాంద్రత నీటి సాంద్రతకన్న 5.5 రెట్లు ఎక్కువ వాతావరణము (Atmosphere):

భూమిపై వాతావరణముండుట వలననే జీవరాసుల మన గడ సాధ్యమగుచున్నది. ఈ వాతావరణము భూమి చుట్టు ఆరించి సల్లివ్వమై మరియు కంటికి కనుపించకుండా యున్న వాతావరణము సూర్యుని యొక్క భయంకరమైన అతి నీల రోహిత వికిరణము (Ultra-Violet radiation), బారినుండి జీవరాసులను రక్షించుచున్నది. వాతావరణము వలననే భూమిమీద ఉష్ణోగ్రత చాలా వరకు ఏకరీతిగా వున్నది. చంద్రుని మీద వాతావరణ మంతగా లేకపోవుటచే పగటి ఉష్ణోగ్రతకు రాత్రు ఉష్ణోగ్రతకు తేడా సుమారు  $541^{\circ}\text{F}$  ( $300^{\circ}\text{C}$ ). అందుచేత చంద్రగోళము జీవరాసులకు నివాసయోగ్యము కానేరదు. ఈ వాతావరణము అనేక రక

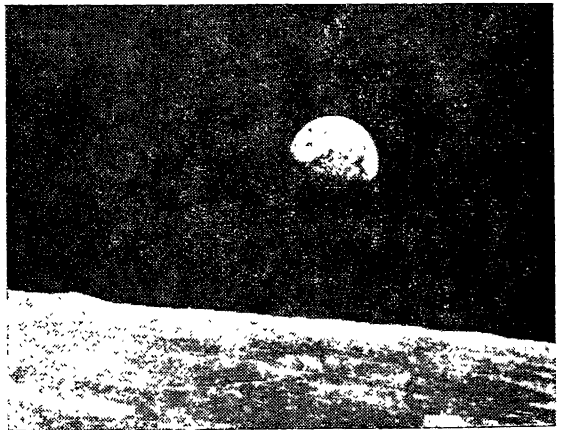
(Long radio transmission) సాధ్యమగుచున్నది. ఎంక్టానులు, ప్రాణవాయువు యొక్క పరమాణువులు మరియు నక్షత్రజని అణువుల మధ్య జరిగిన రసాయనిక చర్య మూలంగా వెలువడిన ఆకుపచ్చని మరియు ఎరుపు రంగు గంకాంతులు (Auroral displays) ఈ పౌరలలో ఏర్పడును. ఈ పౌరలపై అంచన సాంద్రత చాలా తక్కువ అయినప్పటికీ, వాతావరణము ఈ పౌరదాటి కూడ వా.పించి యున్నది. ఈ భాగమును ఎక్స్‌స్పియరు అందురు. దీని సాంద్రత అత్యల్పముగా యున్నది.

**అయస్కాంత క్షేత్రము (Magnetic field) :-**

భూమికి అయస్కాంత శక్తి కలదని మనకంద రకూ తెలిసిన విషయమే. భూమి యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రము దండాయస్కాంత క్షేత్రమువలె నున్నది. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్క ఉత్తర ధృవము కెనడా దేశములోని 'హడ్సన్ బే' (Hudson Bay) అను ప్రదేశములోను, దక్షిణ ధృవము ఆంటార్క్టికాలోని "విక్టోరియా లాండ్" (Victoria Land) అను ప్రదేశములోను, ఉన్నవి. ఈ ధృవములు ఒక చోట స్థిరముగా గాని, ఒక దాని కొకటి ఎదురెదురుగా గాని లేవు ఈ ధృవముల అస్థిరతకు కారణము మనకు తెలియదు.

అయస్కాంత శక్తి భూమి కెలా వచ్చినదో సరిగ్గా మన కింకా తెలియదు. భూమి లోపలి ఏ విభాగము(Core) లో విద్యుత్తు ప్రవాహ ప్రేరణ వల్ల (Induction by electric current) భూమి ఈ అయస్కాంతత్వము కల్గినదనియు, భూభ్రమణము దీనికి సహాయకారి అగుచున్నదనియు గాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. అయస్కాంత క్షేత్రము సూర్యునిలోను మరియు నక్షత్రములలోను కూడ కలదు. వీనిలో దేని అయస్కాంత క్షేత్రమైనను భూమి యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రమునకు కొన్ని పేరే రెట్టు అధిక బలము కలిగి యున్నది.

సూర్యుని నుండి నిర్విరామంగా అయనీకరణము చెందిన వాయువు (Stream of ionised gas) అన్ని దిక్కులలోను నెకనుకు 560 కిలో మీటర్ల వేగముతో ప్రవహించుచున్నది. ఈ ప్రవాహమును 'సౌర వాయువు' (Solar wind) అని అందురు. దీనిలో నూటికి 95 పాళ్లు ఉదజని (Hydrogen), మిగిలిన 5 పాళ్లు హీలియం (Helium) వాయువు పరమాణువులు. ఇవి కొన్ని ఎలక్ట్రానులను కోల్పోయి అధిక ఉష్ణోగ్రతను మరియు అధిక అయస్కాంత క్షేత్రమును కల్గియుండును. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రముతో కూడుకొన్న సౌరవాయువు భూమియొక్క వాతావరణములో మేగ్నెటోస్పియరు అను పౌరను దాటిపోక ఆచటనే అణగి యుండును. ఈ పౌరలోనే సౌరవాయువు అయస్కాంతక్షేత్రము మరియు భూమి యొక్క అయస్కాంతక్షేత్రము అంతర్చర్య (Interaction) నొందును. ఈ అంతర్చర్య ఫలితంగా భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రపు ఆకారము చాలా వరకు మారుచున్నది. సూర్యునికి అభిముఖదిశలో భూమి యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రము అండాకారము (Elliptical Shape)



పా.ము 4. చంద్రునిమీద నుండి చూడగా ఉదయించేది భూమి; చంద్రుని ఓరిజముపైన సుమారు 5° ఎత్తులో ఉన్నది. ఈ చిత్రము అపోలో - 8 నుండి తీయబడినది.



తిరుగుటవల్ల భ్రమణ వేగము భూమధ్య రేఖవద్ద ఎక్కువగా నుండి ధ్రువముల వద్ద తక్కువగా నుండును. భూమి తూర్పు దిక్కుగా తిరుగుచున్నందువల్ల ఉత్తరార్ధ గోళములో ఉత్తరాభిముఖంగా విడువబడిన ప్రక్షిప్తాలు (Projectiles) లక్ష్యము (Target) నకు తూర్పుగాను, మరియు దక్షిణాభిముఖంగా వదలిన ప్రక్షిప్తాలు లక్ష్యము నకు పడమర దిక్కుగాను, అపవర్తనములు (Deflections) జెందును. ఈ రెండు ప్రయోగములలోను ప్రక్షిప్తాలు ఉత్తరార్ధగోళములోని పరిశీలకుని కుడివైపునకు అపవర్తనము జెందును. ఒకవేళ పరిశీలకుడు దక్షిణార్ధ గోళములో నున్నచో అవి అతని ఎడమ వైపునకు అపవర్తనము జెందును. సాధారణముగా క్షితిజ చలనము (Horizontal Motion) కల్గియున్న వస్తువులు ఉత్తరార్ధగోళములో కుడివైపునకును, దక్షిణార్ధగోళములో ఎడమ వైపునకును, అపవర్తనము జెందును. ఈ అపవర్తనము భూభ్రమణము వలన కలుగుచున్నది.

1851 సంవత్సరములో జీన్ను ఫోకాల్ట (Jeans Foucault) అను ఫ్రెంచి భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు ఒక పెద్ద లోలకమును (Pendulum) ఉపయోగించి భూమి తన చుట్టు తాను తిరుగు చున్నదని నిరూపించెను. ఈ శాస్త్రజ్ఞుడు 62 పౌండ్ల ఇత్తడి గోళమును పారిసు నగరములోని పాంథియను కట్టడము (Dome of the Pantheon in Paris) పై భాగము నుండి 219 అడుగుల పొడవుగల తీగె సహాయముతో వ్రేలాడదీసి ఆ లోలకమును ఉత్తర దక్షిణ దిక్కులలో దోలనము (Oscillation) చేయించగా, దోలనము యొక్క దిశ నెమ్మదిగా కట్టడము చుట్టు సవ్యదిశ (Clockwise direction) లో తిరిగినట్లు కనబడసాగెను. సాధారణ పరిస్థితులలో లోలకము ఎల్లప్పుడూ భూమిచే ఆకర్షింపబడుటచేత, దీని యొక్క దోలనతలము మారుట తటస్థించదు; కాని భూమి తన చుట్టు తాను తిరుగుట

వలన ఈ ప్రయోగములో దోలనము యొక్క దిశ మారుచున్నదని తెలిసికొనవచ్చును.

గాలులు మరియు నీటి ప్రవాహముల అపవర్తనములు భూభ్రమణమునకు నిదర్శనములు. స్థావర భూతలముపై వాయువు మరియు నీటి ప్రవాహములు (air and water currents) అల్పపీడన ప్రదేశము (Low Pressure area) లోనికి అభిసరణ (Convection) జెందును. కాని భూభ్రమణ ఫలితంగా అవి ఉత్తరార్ధగోళములో అపసవ్య దిశ (Counter clockwise direction) లోను, దక్షిణార్ధ గోళములో సవ్యదిశలోను ప్రయాణము చేయును. ఉత్తరార్ధ గోళములో భూమధ్యరేఖనుండి ఉత్తర ధ్రువమునకు పయనించు వాయువు కుడి వైపునకు అపవర్తనము జెందును. ఎందుకనగా భూమధ్య రేఖవద్ద వాయువు వేగము అధికముగా నుండుటచే ఈ వాయువు ధ్రువదిశలో అదే వేగముతో పయనించునపుడు ఇది తక్కువ వేగముగల ప్రదేశముల గుండా పోవుట వలన అచ్చటి ఈ వాయువు కుడివైపునకు అపవర్తనము జెందును. దీనిని “కోరిలిస్ ప్రభావము” (Coriolis Effect) అని అందురు.

### భూ పరిభ్రమణము (Earth's Revolution)

భూమి తనచుట్టు తాను తిరుగుటయేకాక సూర్యుని చుట్టు కూడా తూర్పు దిక్కుగా దీర్ఘవృత్తాకారపు కక్ష్య (Elliptical orbit) లో సంవత్సరమున కొక పర్యాయము తిరుగుచున్నది. దీనిని భూ పరిభ్రమణ మందురు. సూర్యుడు ఈ కక్ష్యయొక్క నాభిస్థానములో నుండుట చేత భూమి యొక్క దూరము-సూర్యుని నుండి క్రమంగా మారుచుండును. ప్రతి సంవత్సరము జనవరి 31వ తేదీ నాడు సూర్యుడు భూమికి అతి సమీపములో (Perihelion) ను జూలై 31వ నాడు అత్యధిక దూరములో (Aphelion) నుండును. సూర్యుని నుంచి భూమియొక్క సగటు

దూరము సుమారు 1,49,500,000 కిలో మీటర్లు. ఈ క్రింది నిదర్శనములు భూ పరిభ్రమణమును సూచించును.

1. భూ పరిభ్రమణ కారణముగా భూమికి దగ్గరగా నున్న నక్షత్రము దూరముగా నున్న నక్షత్రముతో పోల్చి చూస్తే దోలాయమానచలనము (Oscillatory movement) ను కలిగియున్నట్లు కనపించును. (Parallactic motions of the star)

2. నక్షత్రముయొక్క త్రైజ్యవేగము (Radial Velocity of a star) భూమి తన కక్ష్యలో నక్షత్రము దిక్కునకు కదలుచున్నప్పుడు ఒక విధముగను, నక్షత్రమునకు దూరముగానున్న దిక్కునకు కదలుచున్నప్పుడు వేరొక విధముగను ఉండును. ఒకవేళ భూమి నిశ్చలముగా ఒకచోట నున్నచో - త్రైజ్యవేగము స్థిరముగా నుండెడిది.

3. వర్షపుబిందువులు ప్రయాణికుడు నిశ్చలంగా నున్నప్పుడు అధోముఖంగా పడుట వలన గొడుగును ఈర్ష్యముఖంగా వుంచవలెను. కాని ప్రయాణికుడు నడుచుచున్నచో వర్షపు బిందువులు ఏటవాలుగా వెనుకకు పడుటవలన అతను తన గొడుగును ముందునకుంచవలసివచ్చును. వర్షపు బిందువు మాదిరిగ నక్షత్రముల కాంతి కూడ భూ పరిభ్రమణ దిక్కులో స్థానభ్రంశము (Displacement) చెందుచున్నట్లు కనబడును. ఈ స్థానభ్రంశపు పరిమాణము ఈ క్రింది అంశములపై ఆధారపడి యున్నది.

(i) భూ పరిభ్రమణ వేగమునకు అనులోమానుపాతములో నుండును.

(ii) కాంతి వేగమునకు విలోమానుపాతములో నుండును.

(iii) భూమి, నక్షత్రము యొక్క దిశకు సమ

కోణ దిశలో పరిభ్రమించు నపుడు స్థానభ్రంశ పరిమాణము అత్యధికముగా నుండును.

(iv) భూమి, నక్షత్రము యొక్క దిశలో పరిభ్రమించునపుడు ఈ స్థానభ్రంశ పరిమాణము శూన్యము. భూమికి పరిభ్రమణమే లేకున్నచో ఈ స్థానభ్రంశ ముండెడిదికాదు. ఒకవేళ భూమి ఒకే దిశలో పోవుచున్నచో ఈ స్థానభ్రంశ పరిమాణము మారదు. కావున బహుళః మానవుని దృష్టిలోనికి వచ్చిది కాదేమో! అందుచేత నక్షత్రపు కాంతి యొక్క ఈ స్థానభ్రంశము భూ పరిభ్రమణమును సూచించుచున్నది.

సంధ్య వెలుగు :

సూర్యోదయమునకు ముందుగను, సూర్యాస్తమయన పిదపను, అంశము-క్షితిజము (Horizon) ననుసరించునది - తూర్పు పడమర దిశలలో కాంతి -ంతముగా నుండును. ఈ కాంతిని సంధ్యవెలుగు అందురు. ప్రాతఃకాలములో సూర్యుడు క్షితిజముక్రింద కొంత దూరములో నున్నప్పుటి నుంచి సూర్యకాంతి భూమి మీద పడుచునే యుండును. అటులే సాయంత్రం సూర్యాస్తమయన పిదప సూర్యుడు క్షితిజము క్రిందకు కొంత దూరము పోవువరకు సూర్యరశ్మి భూమిమీద పడుచునే యుండును ఈ విధముగా పడిన కాంతి భూమివారావరణముచే వక్రీభవనము (Refraction) చెందుటచే సవ్యవైరు కలుగుచున్నది. ఈ సంధ్యవెలుగు సూర్యుడు క్షితిజము నకు  $18^\circ$  క్రిందుగా నున్నప్పుటి నుండి ప్రారంభమయి, సూర్యుడు క్షితిజము మీదకు వచ్చునంత వరకు నుండును అనే విధముగా సాయంత్రము కూడా సూర్యుడు క్షితిజము నుండి  $18^\circ$  క్రిందకు పోవు వరకు ఉండును. ఏదే, ఒక ప్రదేశములో ఈ కాంతి కాలవ్యధి ఆ ప్రదేశపు అక్షాంశము మీద ఆధారపడి యున్నది. భూమధ్య రేఖవద్ద ఈ కాంతి సుమారు ఒక గంటసేపు ఉండును. ఉత్తరార్ధ

ఈ సమయమందు చంద్రుడు మధ్యాహ్న సమయమున తూర్పున ఉదయించి ఆర్ధరాత్రి సమయమున పడమరన అస్తమించును. చంద్రుడు, సూర్యునికి తూర్పు దిక్కులో  $90^{\circ}$  దూరములో నుండుటచే ఈ ఇరువురి ఉదయాస్తమయ కాలములలో 8 గంటల తేడా కలుగుచున్నది. తరువాత  $7\frac{1}{2}$  రోజుల పాటు చంద్రుడు మధ్యాహ్నం సమయము తరువాతను, సూర్యాస్తమయమునకు ముందుగను, గల మధ్యకాలములో ఉదయించి ఆర్ధరాత్రికిని సూర్యోదయమునకు మధ్యకాలములో అస్తమించును. చంద్రుడు సూర్యునికి తూర్పుదిక్కులో  $180^{\circ}$  దూరము పోయేసరి ల్లా పౌర్ణమి వచ్చును. ఇప్పుడు చంద్రుని యొక్క, మనకు కనుపించు భాగమంతయు ప్రకాశముగా నుండను పౌర్ణమినాడు సూర్యచంద్రుల ఉదయాస్తమయ కాలములో 12 గంటల వ్యత్యాసముండును. అనగా చంద్రుడు సూర్యస్తమయ కాలమున ఉదయించి, సూర్యోదయకాలమున అస్తమించును. అమావాస్యనుంచి పౌర్ణమివరకు గల 15 రోజుల కాలమును మనము శుక్లపక్షము అని అందుము. ఈ శుక్లపక్ష కాలములో చంద్రుడు దిన-రాత్రి నొందుచుపోయి, తరువాత 15 రోజులకాలములో, అనగా పౌర్ణమినుంచి అమావాస్య వరకు గల కృష్ణపక్ష కాలములో, క్రమంగా క్షీణించును. కృష్ణపక్షములో చంద్రుడు సూర్యునికి తూర్పుగా  $180^{\circ}$  నుండి  $360^{\circ}$  దూరములో నుండును అంటే చంద్రుడు భూమి ఋత్విరుగు కక్ష్యలో సగభాగము శుక్లపక్షములోను, మిగిలిన సగభాగము కృష్ణ పక్షములోను తిరుగును. ఈ కృష్ణపక్షపు కాలములో చంద్రుడు ప్రతి రోజు రాత్రి అంశ్యంగా ఉదయించి మధ్యాహ్నంలోగా అస్తమిస్తూపోయి, చివరకు తిరిగి అమావాస్యనాడు సూర్యునితోపాటు ఉదయించి, మరియు సూర్యునితోపాటే అస్తమించును. అందుచేతనే శుక్లపక్షములో చంద్రుడు మధ్యాహ్న కాలములో తూర్పునను

మరియు కృష్ణపక్ష కాలములో పడమరను కనుపించును.

చంద్రుని కాంతి భూమిమీద పడినట్లే భూమి కాంతి (Earth's Light) కూడ చంద్రుని మీద పడును. సూర్యుని కాంతి భూమిమీద పడి పరావర్తన మొందిన కాంతిని భూమికాంతి అని అందురు. శుక్లపక్షపు కాలములో చంద్రుడు ఆర్ధచంద్రాకారము (Crescent Phase) లో నున్నప్పుడు, చంద్రుని యొక్క చీకటి భాగమును భూమికాంతి ప్రకాశింప చేయును. భూ కళలను చంద్రుని మీద నుంచి చూడవచ్చును. అమావాస్యనాడు చంద్రుని మీదనుంచి భూమిని పూర్తి (Full earth)గా చూడవచ్చును. కాని పౌర్ణమినాడు భూమి కనబడదు. ఈవిధంగా చంద్ర కళలు భూమికళలు పరస్పర విరుద్ధములు. పౌర్ణమినాటి భూమిమీది వెన్నెలకంటె చంద్రుని మీది భూమికాంతి నీలిరంగును కలిగి ఎన్నో రెట్లు ప్రకాశవంతముగా నుండును.

### గ్రహణములు (Eclipses) :

అదిమానవుడు గ్రహణములు కీడును సూచించే వని భ్రమపడేవాడు. మానవుడు గ్రహణమును చూచినట్లుగా మొదటిసారిగా క్రీ.పూ. 2138 సం॥న వ్రాసిపెట్టబడి యున్నది. సూర్యుడు, భూమి, చంద్రుడు (అమావాస్యనాడు లేక పౌర్ణమినాడు) ఒకే రేఖలో ఒకేతలములో నున్నచో గ్రహణము లేర్పడును. అమావాస్యనాడు సూర్యగ్రహణము, పౌర్ణమినాడు చంద్రగ్రహణము ఏర్పడును. చంద్రుడు భూమియొక్క ఛాయ (Shadow) లోనికి పూర్తిగా పోయినపుడు సంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము (Total lunar eclipse) ఏర్పడును. అది గాక పౌర్ణమినాడు చంద్రుని యొక్క కొంత భాగము మాత్రమే భూమియొక్క ప్రచ్ఛాయ (Umbra - పొడవు కి. మీ 1,388, 998) గుండా పోయినచో అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము

(Partial lunar eclipse) ఏర్పడును. చంద్రుడు భూమి చుట్టూ దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలో ప్రయాణము చేయుచున్నందువల్ల చంద్రుని దూరము 955, 865 కిలో మీటర్ల నుండి 405, 543 కిలో మీటర్ల వరకు. మారుచుండునని మనకు తెలియును. చంద్రుని యొక్క ప్రచ్ఛాయ పొడవు 373, 958 కిలో మీటర్లు. చంద్రుడు భూమికి చాలా దగ్గరగా నున్నప్పుడు చంద్రుని ప్రచ్ఛాయ భూమి ఉపరితలము మీద 270 కిలోమీటర్ల వ్యాసము కలిగియుండి, తూర్పుదిక్కుగా ప్రయాణము చేయును. ఈ ప్రచ్ఛాయ మార్గములో నున్న వారికి ఆ సమయమందు సంపూర్ణ సూర్య గ్రహణము (Total solar eclipse), మరియు చంద్రుని యొక్క భాగచ్ఛాయ (Penumbra)లో నున్నవారికి అసంపూర్ణ సూర్యగ్రహణము ఏర్పడును. ఒక సంవత్సరములో 7 గ్రహణములకన్న ఎక్కువ ఏర్పడవు. వీనిలో 5 సూర్యగ్రహణములు, మిగిలిన 2 చంద్ర గ్రహణములు; లేదా 4 సూర్య గ్రహణములు తక్కిన 3 చంద్రగ్రహణములు అయి యుండును. సంవత్సరములో మొదటిది సూర్యగ్రహణ మయినచో ఆ సంవత్సరమందు 2 చంద్రగ్రహణములే కలుగును. లేక మొదటి గ్రహణము చంద్రగ్రహణ మయినచో ఆ సంవత్సరములో 4 సూర్యగ్రహణములు యుండును. ఒక సంవత్సరములో కనీసము రెండు సూర్యగ్రహణములైనా ఏర్పడును. సమాన గ్రహణములు (Similar eclipses) 18 సంవత్సరముల 10½ రోజుల తరువాత తిరిగి అదేక్రమములో ఏర్పడును.

### వాతావరణము (Atmosphere) :

భూమివలెనే చంద్రునకుకూడ స్వయం ప్రకాశక శక్తి లేకపోవుటచే సూర్యనికాంతి వల్ల ప్రకాశించుచున్నాడు. చంద్రుని వర్ణపటము (Spectrum) సూర్యుని వర్ణపటమునకు ప్రతికృతి (Replica) అగుటచేత చంద్రుని మీద వాతావరణము లేదని

తెలియుచున్నది. వాతావరణము లేకపోవుటచేత చంద్రునిమీద ఆకాశము పగటివేళ నల్లగా నుండును. భూమిమీద వాతావరణపు వాయువులోని అణువులు సూర్యకాంతిని పరిక్షేపణము (Scattering) చేయుచున్నందువల్ల ఆకాశము నీలిరంగును కలిగి యున్నది. చంద్రునిమీద వాతావరణములేదని ఈ క్రింది ఆధారములవల్ల కూడ స్పష్టమగుచున్నది:

(1) ఖగోళ దూరదర్శిని (Astronomical Telescope)తో చంద్రుని చూచినపుడు మేఘములు కనిపించవు. (2) చంద్రగోళము ఏదేని ఒక నక్షత్రమును ఆచ్ఛాదనము (Occultation) చేయునపుడు నక్షత్రము హఠాత్తుగా మరుగుపడి పిదప చంద్రగోళముయొక్క అంచునుంచి వెంటనే బయటపడును. ఒకవేళ వాతావరణమున్నచో నక్షత్రము క్రమంగా మరుగుపడి క్రమంగా బయటపడేది. (3) భూమిమీదవలె చంద్రునిమీద సంధ్య వెలుతురు (Twilight) లేదు. భూమి మీది సంధ్య వెలుతురు-వాతావరణము సూర్యకాంతిని పరిక్షేపణము చేయుటవలన- ఏర్పడుచున్నదని మనకు తెలిసిన విషయమే.

అపోలో 15 (Apollo 15) అను వ్యోమనౌక ద్వారా జరిపిన పరిశోధనలు, చంద్రుని మీద ఒక సన్నని వాతావరణపు పొరయున్నదని తెలుపుచున్నవి. ఈ వ్యోమ నౌకలోని ద్రవ్యరాశి వర్ణపటమాపకము (Mass Spectrometer) ద్వారా జరిపిన పరిశోధనలు, చంద్రునిమీద 'ఆర్గాన్' (Argon) మరియు 'నియాన్' (Neon) అను వాయువులు అక్కడక్కడ తేంద్రీకృతమైనట్లు తెలుపుచున్నవి. ఒకానొకచోట బొగ్గుపులుసు వాయువు (Carbon dioxide) వున్నట్లు కూడ తెలియుచున్నది, చంద్రునిమీద మిట్ట మధ్యాహ్న సమయములో ఉష్ణోగ్రత  $+270^{\circ}\text{F}$  ( $+132^{\circ}\text{C}$ ) మరియు అర్ధరాత్రి సమయమందలి ఉష్ణోగ్రత  $-270^{\circ}\text{F}$  ( $-168^{\circ}\text{C}$ ). ఈ రెండు ఉష్ణోగ్రతల

జ్ఞారమ్ అను ప్రదేశములో 9 అంగుళములలోతుకు జొను కొని పోయినది. ఈ రెండు ప్రదేశములలో ఉపరితలములందు చాలా తరచు ఓషియానస్ ప్రోటెక్టారమ్లని ఉపరితలము ధూళిచేత ఎత్తుగా కప్పబడియున్నది. చంద్రుని నేల అతుకులతో నిండిన పొరను కలిగియున్నది. ఈ పొరయందు అనేక రకములైన లోహములు, శిలలు, గాఙు, మొదలగు పదార్థముల కణములు గలవు. ఈ పదార్థములన్నియు కొన్నిచోట్ల కణ రూపములోను,

నేల చాలా మృదువుగా నుండుటచేత నడచుట కష్టముగా నున్నదినియు, మరికొన్నిచోట్ల గట్టిగా నుండి మృదువుగా లేకపోవుటచేత నడచుట చాలా సులభముగా నున్నదనియు వ్యోమగాములు కనుగొనిరి.

అపోలో 14 వ్యోమగాములు ఫ్రా మౌరో (Fra Mauro) అను చిన్న బలములతో నిండిన ప్రదేశము నందు దిగిరి. ఈ ప్రదేశము ఎత్తుగానుండి గుండ్రముగా నున్నది. ఈ ప్రదేశము గట్ల (ridges)తోను



పటము 8, అపోలో 11 వ్యోమగామి చంద్రునిపై అడుగిడి, యునై టెడ్ స్టేట్స్ ఆఫ్ అమెరికా పతాకమును ప్రతిష్ఠిచుట; వ్యోమగాముల అడుగుజాడలను పటమున కనవగును.

మరికొన్నిచోట్ల 9 అడుగుల పొడవుగల పదార్థ రూపములోను వున్నవి.

చంద్రుని నేల యొక్క రంగు సూర్యుని ఎత్తునుబట్టి మారుతున్నదని అపోలో 12 వ్యోమగాములు కనుగొనిరి. కొన్నికొన్ని ప్రదేశములలో

మరియు రాళ్లతోను నిండియున్నది. ఈ విధంగా చంద్రుని ఉపరితలము ఒక్కొక్కచోట ఒక్కొక్క విధంగా నుండును. కొన్నిచోట్ల బలములతోను, చిన్నచిన్న శిలలతో నిండియుండును; మరికొన్నిచోట్ల గట్టిగానుండి వడిగా నడచుటకు వీలుగను;

మరికొన్ని చోట్ల మృదువుగానుండి భూమిలో కప్పబడి యుండుట వలన నడచుటకు కష్టముగా నుండును. ఉపరితలముయొక్క రంగు (క్షితిజము నుండి, సూర్యుని ఎత్తును బట్టి గోధుమరంగు (Brown) నుండి బూడిదరంగు (Gray) వరకు మారు చుండును.

జ్ఞాపకార్థమై వారి పేర్లను పెట్టిరి. కొన్ని బిలములు పర్వతములచేత చుట్టబడియున్నవి. దక్షిణార్ధ గోళములోను, దక్షిణ ధృవమువద్దను, భూమికి కనుపించని అవతలి భాగము (Far side) లోను ఈ బిలములు అధిక సంఖ్యలో గలవు. ఈ బిలముల వ్యాసము కొన్ని అడుగులు మొదలు కొన్ని



చటము 7. చంద్రగోళముపైని కొన్ని పర్వతములు

చంద్రునిపై పర్వతశ్రేణులు ఉత్తరార్ధగోళములో ఎక్కువగానున్నవి. వాతావరణము గాని, నీరు గాని, లేనందున ఈ పర్వతములు భూమిపైనున్న, పర్వతములవలె నునుపుగానుండక పాచ్చు తగ్గులు (Rugged)గా యుండును. అత్యధిక ఎత్తుగల పర్వతము దక్షిణభాగములో నున్నది. దీని ఎత్తు సుమారు 9150 మీటర్లు (30,000 అడుగులు). ఉత్తర భాగములోని పర్వతములలో నొకదాని గరిష్ఠపు ఎత్తు సుమారు 5440 మీటర్లు (18,000 అడుగులు). చంద్రునిపైగల పర్వతములలో కొన్నింటిని ఆర్పిటరు 2 చే తీయబడిన ఫోటో (ఏడవ పటము)లో చూడవచ్చును.

చంద్రునిపై అనేకవేల బిలములు వివిధ పరిమాణములలో నున్నవి. వీనికి ప్రసిద్ధ శాస్త్రజ్ఞుల

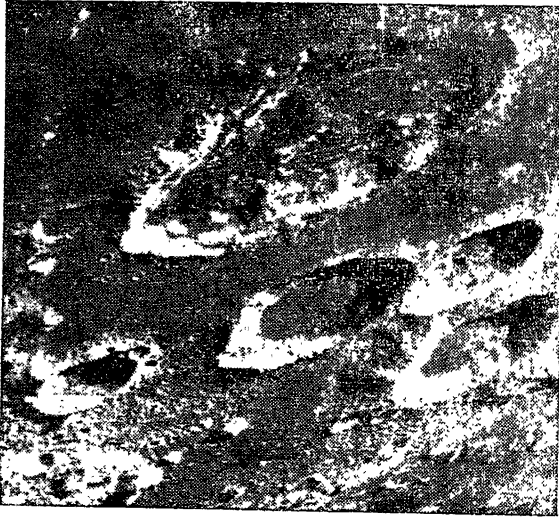
వందల మైళ్ల వరకు నున్నవి. క్లావియస్ అను బిలము యొక్క వ్యాసము దాదాపు 235 కిలో మీటర్లు. సాధారణంగా పెద్ద బిలములయొక్క అడుగు భాగము (Floor) లందు చిన్న పర్వతము కాని లేక చిన్న పర్వతముల సమాహమగాని యుండి, చిన్నచిన్న బిలములతో నిండియుండును. ఈ చిన్న బిలములు పెద్ద బిలముల అంచు (Rim) లందు కూడా కలవు. చైకో బ్రాహ్ అను బిలము దక్షిణ ధృవప్రాంతమందున్నది. ఇది అంతిమపురాతనమైనదికాదు. దీని వ్యాసము దాదాపు 52 కిలోమీటర్లు. ఇది ఏర్పడినప్పుడు బయటకు నెట్టబడిన పదార్థమును ఇప్పుడును ఈ బిలముయొక్క అంచున చూడవచ్చును. అంచున ఉన్న పదార్థము అడుగుననున్న పదార్థమునకు సమీపముగా నుండు

టచే, ఈ బిలము పురాతనమైనదికాదని తెలియుచున్నది. కొపెర్నికన్ ఆను బిలము చాల పురాతనమైనది. దీనియొక్క గోడలు క్రుంగి యున్నట్లు అగుపడును.

పెద్దబిలములు చాలావరకు చంద్రుని ఉపరితలముపై ఉక్కుల అభిమాతముల వలన ఏర్పడినవనియు, కొన్ని పురాతన బిలములు మాత్రము నేలక్రంగి పోవుట (Collapse)చే ఏర్పడినవనియు

ధూళికణములు మరియు ప్రాథమికబిలము ఏర్పడినపుడు చాలా వేగముతో బయల్పడిన పదార్థముయొక్క చిన్న చిన్న ముక్కలు వుండవచ్చునని శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించుచున్నారు.

చంద్రుని ఉపరితలము మీది లోయలు చాలా ఎత్తునుంచి చూచినచో పసుళ్ళవలె కనబడును. ఈ లోయలు దాదాపు కిలోమీటరు వెడల్పు కలిగి యుండి 500 కిలోమీటర్ల పొడవుగలిగియుండును.



చిత్రము 8. చంద్రగోళముపైని కొన్ని బిలములు

శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. చిన్న బిలములు అగ్ని పర్వతములు బద్దలవడంచేత ఏర్పడినవని శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. ఉక్కుల అభిమాతములవల్ల ఏర్పడిన కొన్ని బిలములను ఎనిమిదవ శతాబ్దములో చూడవచ్చును. బైకో బ్రాహ్, కొపెర్నికన్, కెప్లర్, మరియు అరిస్టార్చస్ మొదలుగాగల పెద్ద బిలముల నుండి కిరణజాలము (కాంతిరేఖలు) బయలుదేరి కొండల మీద నుంచి, చిన్న చిన్న బిలములగుండా సాగి పోవును. వీని వెడల్పు 8 నుంచి 1 కిలోమీటర్ల వరకువుండి 460 కిలోమీటర్లకంటె ఎక్కువ పొడవుండును. అనగా: ఈ కాంతికిరణములలో

ఈ లోయలు కఠిని వెడల్పుకలిగి అవిచ్ఛిన్నంగా నున్నవి. కొన్ని లోయలు చంకరగా యుండి భూమిపైనున్న నీటి కాలవలవలె కనపించును. ఇవి బిలములమట్టునున్న ఎత్తుప్రదేశములనుండి ప్రారంభించి క్రింద నున్న చదునుగానున్న నేల (Plains of Maria) దాకా ప్రవహించుచున్న నీటి లవలవలె నుండును. ఈ లోయలు ఒకప్పటి నీటి ప్రవాహముల అడుగు భాగములు (River beds) అని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు, ఇవి ధూళి కణముల ప్రవాహములు, లేక నశించిన లావా కాలువలు (Collapsed ditches or tensile cracks)

అని శాస్త్రజ్ఞు లో మరికొందరి అభిప్రాయము కాని అపోలో 16 వ్యోమగాములు, ఈ లోయలను లావా మార్గములుగా భావించుచు న్నరు.

చంద్రుడు తన చుట్టూ తాను తిరుగుచూ భూమి చుట్టూ కూడ అదే కాలములో ప్రదక్షిణము చేయుట వలన ఎల్లప్పుడూ మనము చంద్రుని యొక్క ఒకే భాగమును చూడకలుచున్నాము. కృత్రిమ ఉపగ్రహములు తీసి పొదోలను చూస్తే మనకు కనుపించని ఆవలభాగము (Far side) నకు మనకు కనుపించు భాగమునకును కొంత భేదం చాలా తేడా కన్పించును. అవలభాగములో చిన్న చిన్న బిందువులు అధిక సంఖ్యలో కలవు కాని వాదను ప్రదేము (Maria formations) అతగా అక్కడ లేవని తెలియుచున్నది. ఈ భాగములో నున్న గగేరియస్ అను బిలము అత్యధిక లోతు కలది. దీని గోడల ఎత్తు 6 కిలోమీటర్ల కంటే ఎక్కువ. జూలై 24, 1969 నాడు అపోలో 11 వ్యోమగాములు మేరే ట్రాంక్విలైటాటిస్ అను ప్రదేశమునుంచి కొన్ని శిలలను, మట్టిని తీసికొని వచ్చిరి ఇవి 'బాసాలిటిక్' శిలలు (Basaltic rocks). ఈ శిలలయందు 'టిటానియం' (Titanium) 'స్కాండియం' (Scandium) 'జిర్కొనియం' (Zirconium) మొదలుగాగల రసాయనిక పదార్థములు కలవు. ఈ రసాయనిక పదార్థములు భూమిమీద చాలా అరుదు. ఈ శిలలలో ఇనుము (Metallic iron) కూడ కలదు. వీని సాంద్రత సుమారు 3.8 గ్రాములు/ సెం. మీ. ఇవి నల్లగా నున్నవి. వీని సరాసరి వయస్సు 3.7 బిలియను సంవత్సరములు ( $3.7 \times 10^9$  years); కాని ఈ శిలలో నొక్కదాని వయస్సు మాత్రము 4.4 బిలియను సంవత్సరములు. దీనిని బట్టి ఈ శిల చంద్రునిమీద వేరే ప్రదేశమునకు చెందినదే యు, మరియు చంద్రునిమీది నివిధ ప్రాంతములందలి పదార్థముల వయస్సు వేర్వేరనియు

తెలియుచున్నది. శిలలోనున్న రసాయనిక పదార్థము లన్నియు మట్టి (soil) యందు కూడ కలవు. ఇనిక 'నికెల్' (Nickel), 'తుత్తునాగము' (Zinc), 'రాగి' (copper), వెండి (Silver), మరియు 'బాగారము' (gold) మొదలుగాగల లోహములు మట్టియందు ఎక్కువగా నున్నవి. శిలలయందును మట్టియందును 'గాజు' (Glass) 'గోళీయ' (Spherical) మరియు 'కోణీయ' (Angular) రూపములలో నుండి గోధుమ మరియు పసుపు రంగులలో నున్నది. కొన్ని శిలలలో 'రాతివెంక' (Aluminium) మరియు పరిశుద్ధ మైన 'సున్నము' (Calcium) అధికముగానుండి 'టిటానియం' (Titanium) తక్కువగానున్నది. అపోలో 12 వ్యోమగాములు, గాజువలె మెరయు చున్న ఆకుపచ్చని glass-green శిలలను చూచిరి. ఈ శిలలలో నొకదానిమట్టు క్లి అంగుళముల రంధ్రములున్నట్లు వారు చూచిరి ఈ వ్యోమగాములు ఓషియానస్ ప్రోసెల్టారమ్ అను ప్రదేశములో శిలలు చాలా కలవనియు, ఒక శిలను చేతిలో తీసుకొనగనే తునకలై పోయిన దని తెలిపిరి. కోను బిలము (Cone crater) సమీపములో ఒక పెద్ద రాతిబండల క్షేత్రము (Boulder field) ను అపోలో 14 వ్యోమ గాములు చూచిరి. ఈ రాతిబండలు వివిధ పరిమాణములలో నున్నవి. కొన్ని 6 అడుగుల వ్యాసము కలిగియున్నవి.

అర్బిటరు 5 (Orbiters 5) మరియు అపోలో 8 అను కృత్రిమ ఉపగ్రహములు చంద్రుని చుట్టు తిరుగుచున్నప్పుడు ఒక్కొక్కసారి వాని వేగము హఠాత్తుగా పెచ్చినది. ఏ ఏ ప్రదేశముల మీదుగా పోయినప్పుడు వేగము పెచ్చినదో ఆయా ప్రదేశములందు గురుత్వాకర్షణ (gravity) మరియు సాంద్రత తక్కినదోట్ట కంటే చాలా ఎక్కువని తెలియుచున్నది. కాబట్టి చంద్రునియొక్క సాంద్రత



ఏకరీతిగాలేదని తెలియుచున్నది. ఈ హెచ్చు సాంద్రతగల ప్రదేశములను 'మాస్కన్సు' (Mascons) అని అందురు. చంద్రునియొక్క ఆయస్కాంత క్షేత్రము ఇంతవరకు కనుగొనబడియుండలేదు.

చంద్రునినుంచి తెచ్చిన శిలలను, మట్టిని పరిశీలించి చంద్రుని వయస్సును కనుగొనవచ్చును. కొన్ని శిలల వయస్సు భూమి వయస్సునకు సమానముగా నున్నది. అంటే 4.6 బిలియను సంవత్సరములు; 'డూస్' (Dust) యొక్క వయస్సు 4.4 బిలియను సంవత్సరములు. సౌరకుటుంబము (Solar System) యొక్క వయస్సు కూడ 4.6 బిలియను సంవత్సరములే; కాబట్టి చంద్రుని వయస్సు, సౌరకుటుంబము యొక్క వయస్సు దాదాపు ఒకటేనని తేలుచున్నది.

చంద్రునిమీద ప్రాణిలోకము ఉన్నట్లుతోచదు. భూమి మీద జీవరాసుల కవనరచన క్లిష్టమైనకర్మనపు సమ్మేళనము (Complex Carbon Compound) శిలయందుగాని, మట్టియందుగాని కానరాలేదు. కాని కర్బనము (Carbon) మరియు తక్కిన లోహములు కలవు. అందువలన చంద్రుని మీద ప్రాణవంశదానికి అవకాశమును మనము పూర్తిగా త్రోసివేచుకొనుము.

చంద్రుని పుట్టుకను గురించి వివిధ ఆభిప్రాయములు కలవు. సౌరకుటుంబము యొక్క పుట్టుకను

గురించి కూడ మనకింకా సరిగా తెలియదు. ఆపోలో వ్యోమగాములు తెచ్చిన చంద్రునియొక్క శిలలను, మట్టిని పూర్తిగా పరిశీలించిన విషయ చంద్రునియొక్కయు, సౌరకుటుంబముయొక్కయు తొలి చరిత్రను తెలిసికొనుటకు వీలగును.

సౌరకుటుంబము ఆంతయు ఒకానొక విశ్వ పదార్థము (Cosmic material) లో కరుడుగట్టి (Condensation) యుండవచ్చును నిర్మాణదశలో నున్నప్పుడు భూమి ఇప్పటి ఆకారమును పొందక ప్లాస్టికు పదార్థమువలె నుండి అధికమైన భ్రమణ వేగమును కల్గియుండేది. ఈ భ్రమణవేగము వలనను, సూర్యునియొక్క గురుత్వాకర్షణ శక్తి వలనను ఈ ప్లాస్టికు పదార్థము అసౌష్ఠ్య (unsymmetrical) 'డంబెల్లు' (కసరత్తుచేయు నపుడు చేతితో త్రిప్పెడు ముద్గరము లేక లోడి) ఆకారమును పొంది చిట్టచివరకు రెండు అసమాన భాగములుగా విడిపోయినపుడు పెద్ద భాగము ప్రస్తుతపు భూమి ఆకారమును ధరించినదనియు, చిన్న భాగము చంద్రుని ఆకారము ధరించినదనియు కొంతమంది శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. మరికొందరు శాస్త్రజ్ఞులు చంద్రుడు ఎచటి నుండియో భూమికి సమీపమునకు వచ్చినపుడు, భూమి చంద్రుని స్వాధీనపరచుకొని యుండవచ్చునని తలంచుచున్నారు.

డా॥ కె. యస్. శాస్త్రి

## 233. సౌర కుటుంబము

సూర్యుడు, దానిచుట్టుతిరుగుచున్న గ్రహములు, వారి ఉపగ్రహములు, తోక చుక్కలు, ఉల్కలు, గ్రహ శకలములు (Asteroids) - వీటన్నిటి యొక్క సముదాయమును సౌరకుటుంబము అని

అందురు. సౌరకుటుంబములో ఇంతవరకు కనుగొనబడిన గ్రహముల సంఖ్య తొమ్మిది. అందులో బుధుడు (Mercury), శుక్రుడు (Venus), భూమి (Earth), కుజుడు (Mars), గురుడు (Jupiter)

శని (Saturn) అను ఈ ఐదు గ్రహములు కంటికి కనబడుటచే పీనిని పూర్వీకులే కనుగొనిరి. క్రీ. శ. 1809 లో ఖగోళ దూరదర్శిని నిర్మించి తర్వాత సూర్యునినుండి శని గ్రహముకన్న ఎక్కువ దూరములో నున్న గ్రహాలు కనుగొనబడినవి. క్రీ. శ. 1781 లో యురేన్ (Uranus), కీ. శ. 1846 లో నెప్ట్యూన్ (Neptune), కీ. శ. 1930 లో ప్లూటో (Pluto) అను మరి మూడు గ్రహములు కనుగొనబడినవి.

గ్రహములు కూడ నక్షత్రముల వలె పకాళించు చున్నప్పటికిని అవి నక్షత్రముల కన్న భిన్న ధర్మములను కలిగియున్నవి. గ్రహములు నక్షత్రములవలె స్వయంప్రకాశములు కావు. అవి సూర్యుని కాంతివల్ల ప్రకాశించు చున్నవి. మరియు

గ్రహములయొక్క పరిమాణములు నక్షత్రములయొక్క పరిమాణములకన్న చాల తక్కువ. అయినప్పటికిని, అవి నక్షత్రములకన్న చాల తక్కువ దూరములో ఉండటచేత ఖగోళ దూరదర్శిని సహాయమున చూచినపుడు బి బారములో కనబడును. నవ గ్రహములలో మిక్కిలి చిన్న గ్రహము బుధుడు; దీని వ్యాసము 3,632 మైళ్లు లేక 4876.40 కిలో మీటర్లు. మిక్కిలి పెద్ద గ్రహము గురుడు; దీని వ్యాసము 88,640 మైళ్లు లేక 42,648 కిలో మీటర్లు.

గ్రహములన్నియు తమ చుట్టు కామ తిరుగుచు, సూర్యుని చుట్టు కూడా తిరుగుచుండును. గ్రహములను గూర్చిన కొన్ని వివరములు పట్టిక 1లో తెలుపబడినది.

### పట్టిక

గ్రహము పేరు	సూర్యుని నుండి గల సగటు దూరము (మిలియను మైళ్ళలో)	సూర్యునిచుట్టు ఒక క్రాంతియము పరిధి మించుటకు పట్టు కాలము	తన చుట్టు కామ ఒక పర్వాయము తిరుగుటకు పట్టు కాలము	సగటు వ్యాసము మైళ్ళలో	ద్రవ్యరాశి (భూమియొక్క ద్రవ్యరాశిని ప్రమాణముగా తీసుకొన్న)	సగటు సాంద్రత నీటి సాంద్రత ప్రమాణముగా తీసుకొన్న)
1	2	3	4	5	6	7
బుధుడు	36.98	88 రోజులు	88 రోజులు	3,032	0.058	5.48
శుక్రుడు	67.20	224.2 రోజులు	243 రోజులు	7600	0.815	5.28
భూమి	92.90	365.26 రోజులు	28 గం. 56 ని.	7918	1.000	5.52
కుజుడు	141.6	437.0 రోజులు	24 గం. 37 ని.	4.00	0.107	3.98
గురుడు	483.9	11.86 సం॥లు	9 గం. 55 ని.	88,40	3.18	1.33
శని	886.2	9.46 సం॥లు	0.954 ని.	71,600	9.2	0.69
యరేన్	1,058	84.01 సం॥లు	10 గం. 46 ని.	29,400	14.6	1.56
నెప్ట్యూన్	2794	164.79 సం॥లు	15 గం. 48 ని.	28,000	17.8	2.24
ప్లూటో	3670	247.69 సం॥లు	-	-	0.11 ?	-

మనము నివసించుచున్న గ్రహము (భూమి)నకు చంద్రుడు ఎట్లు ఉపగ్రహమో అట్లేమిగతా కొన్ని గ్రహములకు కూడ ఉపగ్రహములు కలవు. ఉపగ్రహములు వాటి వాటి గ్రహముల చుట్టు తిరుగుచు ఆయా గ్రహములతో పాటు సూర్యుని చుట్టు తిరుగుచుండును. ఇంతవరకు సౌర కుటుంబములో కనుగొనబడిన ఉపగ్రహముల సంఖ్య ముప్పది రెండు. బుధుడు, శుక్రుడు, మరియు వూబో గ్రహములకు ఉపగ్రహములు లేవు. గురు గ్రహమునకు పన్నెండు, శనిగ్రహమునకు పది, యురేనస్ గ్రహమునకు ఆయిదు, నెప్ట్యూన్ గ్రహమునకు రెండు, కుజ గ్రహమునకు రెండు, భూమికి ఒకటి, ఉపగ్రహములు కలవు.

గ్రహముల యొక్క గతులను పరిశీలించినపుడు అవి ఈ క్రింద సూచించిన నియమములను పాటించుచున్నట్లు తెలియును.

(i) గ్రహములన్నియు సూర్యుని చుట్టు దాదాపు వృత్త పరిధిలో పరిభ్రమించు చుండును.

(ii) అన్ని గ్రహముల యొక్క పరిభ్రమణ పరిధులు దాదాపు ఒకే సమతలములో నుండును.

(iii) అన్ని గ్రహముల సంచారము ఒకే దిశలో ఉండును.

### కెప్లరు సూత్రములు (Laws of Kepler)

క్రీ. శ. 1609 లో కెప్లరు, గ్రహముల గతులకు సంబంధించి, ఈ క్రింది మూడు సూత్రములను నిర్వచించెను.

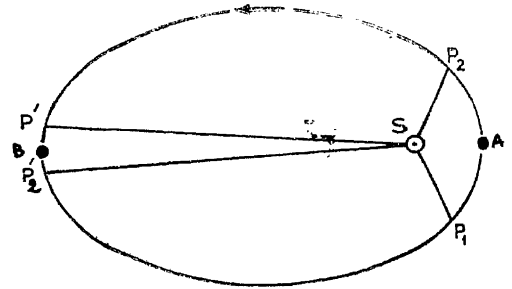
(i) ప్రతి గ్రహము సూర్యుడి చుట్టు అండవృత్తాకార పరిధి (Elliptical Path)లో పరిభ్రమించు చుండును.

(ii) గ్రహము సూర్యునికి దగ్గరగా వున్నపుడు ఎక్కువ వేగముతోను, దూరముగా వున్నపుడు తక్కువ వేగముతోను, తన పరిధిలో సంచరించును.

గ్రహమును సూర్యునితో కలుపు రేఖ-సమాన కాలము లో - పూరించు వైశాల్యములు సమానములు.

(iii) సూర్యుని నుండి ఏదైనా గ్రహమునకు గల సగటుదూరము  $a$  అయినపుడు, ఆ గ్రహము సూర్యుడి చుట్టు తిరుగుటకు పట్టు కాలము  $p$  అయినచో,  $a^3$  యొక్క విలువ  $p^2$  యొక్క విలువకు సమలోమానుపాతములో నుండును.

మొదటి సూత్రము ప్రకారము ప్రతి గ్రహము సూర్యుడి చుట్టు సంచరించు మార్గము పటము 9లో చూపినట్లు అండవృత్తాకృతిగా వుండును. గ్రహము  $A$  వద్దకు వచ్చినపుడు అది సూర్యుడి నుండి తక్కువ దూరములోను,  $B$  వద్దకు వచ్చినపుడు ఎక్కువ దూరములోను ఉండును.



పటము 9. సూర్యుని చుట్టును గ్రహము తిరిగెడు మార్గము

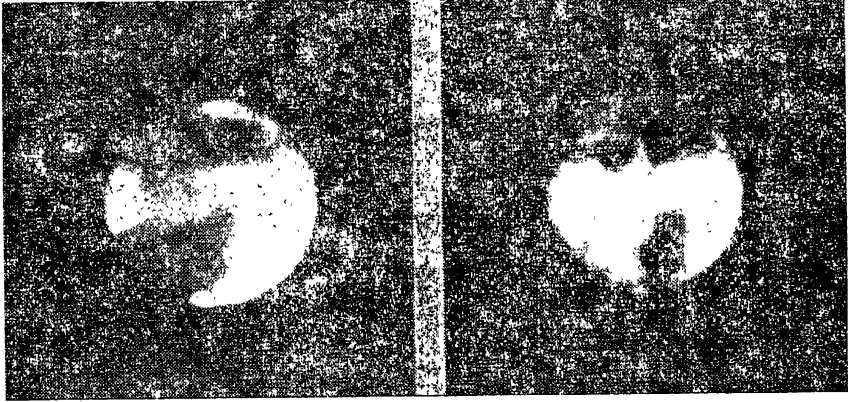
ఒక గ్రహము ఒక ప్రమాణ కాలములో  $P_1$  నుండి  $P_2$  స్థానము వరకు ప్రయాణము చేసిన దనుకొనుము. అంతే ప్రయాణ కాలములో  $P'_1$  నుండి  $P'_2$  వరకు ప్రయాణము చేసినదనుకొనుము. కెప్లరు నిర్వచించిన రెండవ సూత్రము ప్రకారము,  $S P_1 P_2$  సెక్టరు వైశాల్యము,  $S P'_1 P'_2$  సెక్టరు వైశాల్యమునకు సమానము. కావున గ్రహము యొక్క వేగము తన పరిధిలో  $A$  వద్ద ఎక్కువ గాను,  $B$  వద్ద తక్కువ గాను, ఉండును.

## గ్రహముల యొక్క ద్రవ్యరాసులు (Masses of the Planets)

గ్రహములు తమ చుట్టు గల ఉపగ్రహముల నాకర్షించు శక్తి యొక్క పరిమాణమును బట్టి ఆ గ్రహముల ద్రవ్యరాశిని (Mass) కనుగొన వచ్చును. న్యూటను శాస్త్రజ్ఞుడు, కెప్లరు నిర్వచించిన మూడవ సూత్రమును ఈ క్రింది విధముగా గణిత సూత్రము (Mathematical Expression)లో నిర్వచించెను.

ఉదాహరణ :-

కుజునికి గల ఉపగ్రహములలో దైమోస్ (Deimos) ఒకటి. ఇది కుజుడి చుట్టు ఒక పర్యాయము తిరిగి వచ్చుటకు పట్టు కాలము 1.262 రోజులు. కుజుడికిని, దైమోస్‌నకు గల సగటు దూరము 14,600 మైళ్లు. న్యూటను నిర్వచించిన సూత్రము నుపయోగించిన కుజుని యొక్క ద్రవ్యము భూమి యొక్క ద్రవ్యముకన్న 0.108 రెట్లు ఉండునని తెలియును. అనగా కుజుడి



పటము 10. బుధుడు, చంద్రుడు, రెండును దాదాపుగ ఒకే పరిమాణమును

ఒకేరీతి ఉపరితలమును కలిగియుండుట - కాననగును

$$(M + m) P^2 = Ka^3$$

ఈ సూత్రములో

$M$  = గ్రహము యొక్క ద్రవ్యము.

$m$  = ఆ గ్రహమునకు సంబంధించిన ఉప గ్రహము యొక్క ద్రవ్యము.

$P$  = ఉపగ్రహము గ్రహముచుట్టు పరిభ్రమించుటకు పట్టు కాలము.

$a$  = ఉపగ్రహమునకును, గ్రహమునకు మధ్య గల సగటు దూరము.

$K$  = స్థిర సంఖ్య (Constant of proportionality).

యొక్క ద్రవ్యము భూమియొక్క ద్రవ్యములో దాదాపు పదియవ వంతు.

బుధుడు

బుధగ్రహము మిగిలిన గ్రహములకన్న సూర్యునికి అత్యంత దగ్గరలో నున్నది. మతీయు ఇది అన్ని గ్రహముల కన్న చాల చిన్న గ్రహము, దీని యొక్క పరిమాణము దాదాపు చంద్రుని అంత ఉండును. దీని ఉపరితలము చంద్రుని ఉపరితలము వలె నున్నట్లు కనిపించును. ఇది సూర్యుని చుట్టు ఒక పర్యాయము తిరిగి వచ్చుటకు పట్టుకాలము సుమారు 88 రోజులు. దాదాపు అంతే వ్యవధిలో ఇది

తన చుట్టూ తాను ఒకసారి తిరుగును ఖగోళ దూర దర్శిని సహాయమున ఈ గ్రహము యొక్క వివిధ కళలను మనము గమనించ వచ్చును. సూర్యునివైపు తిరిగివున్న బుధగ్రహము యొక్క ఉపరితలము యొక్క ఉష్ణోగ్రత సుమారు  $84^{\circ}\text{F}$ ; రెండవ వైపు ఉపరితలము యొక్క ఉష్ణోగ్రత సుమారు  $400^{\circ}\text{F}$  వున్నట్లు తెలియుచున్నది.

బుధగ్రహము సూర్యుని గోళమునకు ఆత్యంత సమీపంలో వుండుట వలన దాని ఉపరితలంపై ఉష్ణోగ్రత చాల అధికముగా వుండును అందుచేత బుధగ్రహముపై వాతావరణము ఉండియుండిన యెడల ఆ వాతావరణము యొక్క అణువులు (Atmospheric molecules) ఎక్కువ పేగములను కలిగియుండును. మరియు బుధగ్రహము యొక్క ద్రవ్యరాశి చాల తక్కువ అయివుండుట వలన బుధుని ద్రవ్యరాశి భూమి యొక్క ద్రవ్యరాశిలో 5 శాతము మాత్రమే) దాని ఉపరితలముపై గురుత్వాకర్షణ శక్తి (Gravitational Force) చాల తక్కువగా ఉండును అందుచేత వాతావరణములోని అణువులన్నియు ఆ గ్రహము నుండి గ్రహాంతరాళమునకు నిష్క్రమించును. ఈ కారణములచేత బుధగ్రహముపై వాతావరణము ఉండదని ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు ఆభిప్రాయపడిరి. ఇటీవల రేడియో ఖగోళ శాస్త్ర పరిశోధనల వలన బుధ గ్రహముపై అతి పలుచని వాతావరణము (Tenuous Atmosphere) వున్నట్లు తెలిసినది.

### శుక్రదూ

శుక్రగ్రహము మిగిలిన గ్రహముల కన్న ఎక్కువ కాంతివంతంగా కనబడును. ఖగోళ దూరదర్శిని సహాయమున గమనించిన యెడల ఈ గ్రహము కూడా చంద్రునివలె కళలను కలిగియున్నట్లు తెలియును

కృత్రిమ ఉపగ్రహముల (Artificial satellites) నుపయోగించి జరిపిన ప్రయోగముల వలన

శుక్ర గ్రహమును గూర్చిన కొన్ని ముఖ్య వివరములు తెలిసినవి. 1962 సం॥ డిసెంబరు 14 వ తేదీన మారిసర్ 2 (Mariner 2) శుక్ర గ్రహమునకు 21, 598 మైళ్ల దూరములో ప్రయాణము చేసి ఆ గ్రహమునుగూర్చిన కొన్ని నూతన అంశములను భూమికి రేడియో సంకేతముల ద్వారా అందజేసినది. దీని వలన శుక్రగ్రహము యొక్క ద్రవ్యము భూమి యొక్క ద్రవ్యములో 8 శాతము అనియు, సాంద్రత నీటిసాంద్రత కన్న 52 రెట్టెనియు, శుక్రగ్రహము చుట్టు 21,598 మైళ్ల దూరములో చెప్పకోదగ్గ అయస్కాంత క్షేత్ర మేడియు లేదనియు, శుక్రగ్రహము చుట్టు గల మేఘములు మన పదార్థమువలె దళసరిగా నున్న పనియు తెలిసినది. 1967 సం॥ అక్టోబరు 18న సోవియట్ రష్యా పంపిన వెనిర 4 (Venera 4) కృత్రిమ ఉపగ్రహము ద్వారా జరిపిన ప్రయోగముల వలన శుక్రగ్రహము యొక్క వాతావరణములో 90 శాతము కార్బన్ డిక్సైడ్ ఆమ్లజ (CO<sub>2</sub>), చాల తక్కువ పరిమాణములో ఆమ్లజని (Oxygen), కార్బన్ మోనాక్సైడ్ CO, నీరు, నత్రజని (N హైడ్రో జన్ క్లోరైడ్ HCl), హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ ఉన్నట్లు తెలిసినది. 1967వ సం॥ అక్టోబరు 19 వ తేదీన అమెరికా శాస్త్రజ్ఞులు పంపిన మారిసర్ 5 (Mariner 5) శుక్ర గ్రహమునకు 6800 మైళ్ల దూరము వరకు ప్రయాణము చేసినది. ఇది శుక్రగ్రహము యొక్క వాతావరణములో కర్బన డిక్సైడ్ ఆమ్లజని 80 శాతము ఉన్నట్లు తెలిసినది. సూర్యుడి వైపు తిరిగియున్న శుక్ర గ్రహము యొక్క ఉపరితల ఉష్ణోగ్రత  $410^{\circ}\text{C}$  ( $780^{\circ}\text{F}$ ); రెండవ వైపు ఉపరితల ఉష్ణోగ్రత  $-288^{\circ}\text{C}$  ( $-450^{\circ}\text{F}$ ); వాతావరణపు వత్తిడి భూమిపై వత్తిడి కన్న 90 రెట్లు ఎక్కువ అని హాద తెలియుచున్నది.

### భూమి (Earth)

భూమియొక్క మధ్యరేఖావ్యాసము 7927 మైళ్లు;

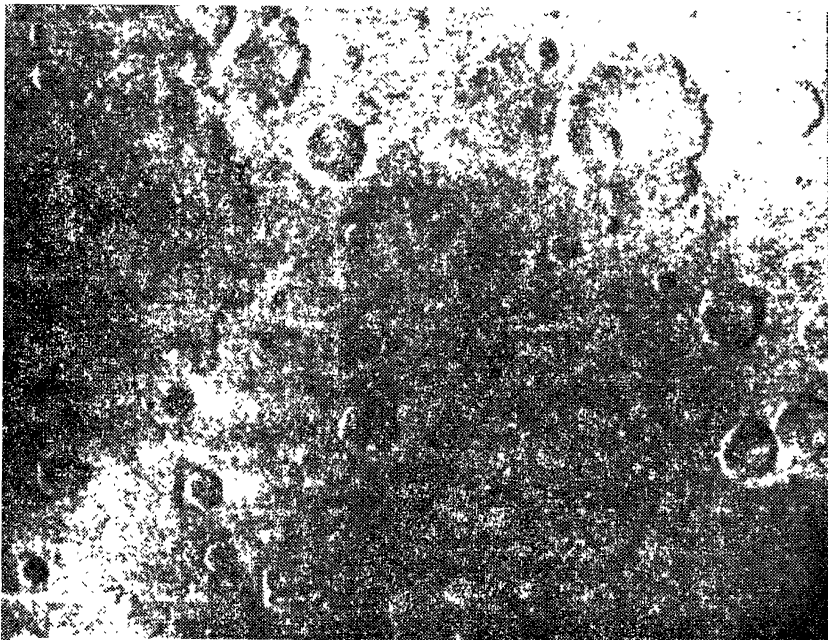
మణియు ధృవముల వ్యాసము 7900 మైళ్ళు. ఇది  $5.977 \times 10^{27}$  గ్రాముల ద్రవ్యమును కలిగి యున్నది. దీనియొక్క సగటు సాంద్రత నీటి సాంద్రతకు 5.52 రెట్లు. భూమి సూర్యునిచుట్టు ఒక పర్యాయము పరిభ్రమించుటకు 365.256 రోజుల కాలమును, తనచుట్టు తాను ఒక పర్యాయము తిరుగుటకు 28గం 56 ని.ల కాలమును పట్టును.

భూమి, ఉపరితలము నుండి దాదాపు 500 మైళ్ల ఎత్తు వరకు, వాతావరణము కలిగియున్నది. భూమిపై వాతావరణముండుట వలననే ఇచ్చట ప్రాణిజీవీ నివసించుటకు వీలగుచున్నది. ఈ వాతావరణములో ముఖ్యముగా ఆప్టుజని, నత్రజని వాయువులు కలవు. ఆర్గాన్ (Argon) కర్బన ద్వి ఆప్టుజని ( $\text{CO}_2$ ), నీటియావిరి తక్కువ పరిమాణములోను, ఉదజని, క్రిప్టాన్ (Krypton), నియాన్ (Neon) మరియు క్సెనాన్ (Xenon) అను వాయువులు చాల తక్కువ పరిమాణములోను

భూమియొక్క వాతావరణములో కలవు.

భూమిని గూర్చిన ఇతర వివరములను అందుకు సంబంధించిన వ్యాసమున కననగును (చూ. పు. 999).  
కుజగ్రహము :

భగోళ దూరదర్శిని సహాయమున చూచిన యెడల కుజగ్రహముయొక్క  $\frac{3}{5}$  వంతు ఉపరితలము ఎరుపువలె నారింజ (Reddish-Orange) రంగు కలిగియున్నట్లును, మిగిలిన  $\frac{2}{5}$  వంతు బూడిద (Darker and Grayer) రంగుగా ఉన్నట్లును కనబడును. ఈ బూడిదరంగు భాగములో చెట్లు చేమలు ఉన్నట్లును, ఎఱుపు - నారింజ రంగు భాగము ఎఱారి ప్రాంతముగను, భావించబడినది. కుజగ్రహముపై ఋతువులను బట్టి కొన్ని మార్పులు జరుగుచున్నట్లు గుర్తింపబడినది. ఉదాహరణకు కాంతిహీనము (Darker Areas) గా కనిపించు ప్రాంతములు శీతాకాలములో బూడిదరంగును, వేసవికాలములో నీలమురంగును కల్గియుండును.



చిత్రము 11. కుజగ్రహపు ఉపరితలరీతి.

కుజగ్రహముయొక్క మధ్యరేఖ వ్యాసము 4,225 మైళ్లు (లేక 8799 కి. మీ); ధ్రువవ్యాసము 4198 మైళ్లు (లేక 8748 కి. మీ). దీనియొక్క ద్రవ్యరాశి భూమియొక్క ద్రవ్యరాశిలో 11 శాతము; సాంద్రత 8.92 గ్రాములు. కుజ గ్రహముయొక్క ఉపరితలముపై గురుత్వాకర్షణ శక్తి భూమ్యాకర్షణ శక్తిలో 88 శాతము కలదు. అనగా భూమిపై 100 కి. గా. బరువుగల వస్తువు కుజగ్రహముపై 88 కి.గ్రా. బరువు మాత్రమే వుండును.

కుజ గ్రహముపై చాల పలుచటి వాతావరణము కలదు. అందువలన కుజగ్రహముయొక్క ఉపరితలముపై కలుగు మార్పులను గమనించుటకు వీలైనది. సూర్యుని వైపువున్న కుజగ్రహముపై మధ్యరేఖవద్ద ఉష్ణోగ్రత  $80^{\circ}\text{F}$  ( $27^{\circ}\text{C}$ ); రెండవ వైపు -  $90^{\circ}\text{F}$  ( $- 66^{\circ}\text{C}$ ) ఉండును. ధ్రువముల వద్ద సగటు ఉష్ణోగ్రత, అచటి వేసవిలో  $50^{\circ}\text{F}$  ( $10^{\circ}\text{C}$ ); శీతాకాలములో -  $130^{\circ}\text{F}$  ( $- 90^{\circ}\text{C}$ ) ఉండును.

కుజగ్రహమునకు ఫోబస్ (Phobos) మరియు డైమోస్ (Deimos) అను రెండు ఉపగ్రహములు కలవు. ఫోబస్ కుజగ్రహమునకు 5800 మైళ్ళ దూరములో వుండి, ఆ గ్రహముచుట్టు పరిభ్రమించుచుండును. ఫోబస్ కుజగ్రహముచుట్టు పరిభ్రమించుటకు పట్టకాలము 7 గం. 39 ని.లు. డైమోస్ కుజుడికి 14,600 మైళ్ళ దూరములోవుండి ఆ గ్రహము చుట్టు పరిభ్రమించుచున్నది. ఇది కుజగ్రహముచుట్టు పరిభ్రమించుటకు పట్టకాలము 30 గం॥ 18 ని॥లు.

1965 సం॥ జూలై 14-15 తేదీలలో మెరికా శాస్త్రజ్ఞులు పంపిన మారిన్ 4 అను కృత్రిమ ఉపగ్రహము కుజగ్రహమునకు 8118 మైళ్ళ దూరములో ప్రయాణం చేసి ఆ గ్రహముయొక్క 21 చిత్రములను పంపినది. కుజగ్రహముయొక్క

ఉపరితలము చంద్రుని ఉపరితలము : లెనున్నట్లు ఈ చిత్రముల వలన తెలియును. కుజగ్రహము అతి పలుచటి వాతావరణము కల్గియున్నట్లును, ఆ వాతావరణములో స్వల్పముగా నీటియావిరియున్నట్లును తెలియుచున్నది. మరియు కుజగ్రహముచుట్టు అత్యల్పముగ ఆయస్కాంత క్షేత్రము ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది.

1969 సం॥ జూలై 31 వ తేదీన మారిన్ 6, 1969 ఆగస్టు 5 వ తేదీన మారిన్ 7 కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు కుజగ్రహమునకు దాదాపు 2,000 మైళ్ళ దూరములో ప్రయాణం చేసి కుజగ్రహముయొక్క చిత్రములను పంపినవి. ఈ చిత్రపటములందు కుజగ్రహపు దక్షిణార్ధ గోళము ఎక్కువ బలములను కలిగియున్నట్లు చూడవచ్చును.

1971 సం॥ నవంబరులో పంపబడిన మారిన్ 9 అను కృత్రిమ ఉపగ్రహము, కుజగ్రహమునకు 860 మైళ్ళ దూరమునకిం దానిచుట్టు పరిభ్రమించు చున్నది. ఇది కుజగ్రహముయొక్క వాతావరణములోను, ఉపరితలముపైనను కలుగు మార్పులను రేడియో సంకేతములద్వారా తెలియ చేయును.

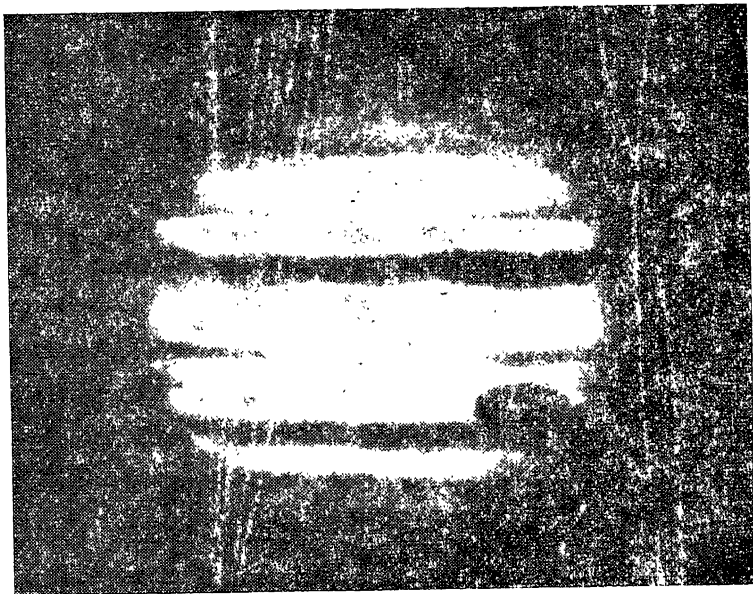
కుజగ్రహమును గూర్చిన చాల విషయములు ఇంకను విపులముగా తెలియవు. 1976 వ సం॥లో కుజగ్రహముపై వైకింగ్ (Viking) అను వ్యోమనౌక దిగిన తర్వాత కుజగ్రహమును గూర్చిన మరికొన్ని వివరములు మాత్రమే తెలియ వచ్చినవి.

### గురు గ్రహము

ఇది సౌర కుటుంబములో గల అన్ని గ్రహముల కన్న పెద్ద గ్రహము. దీని వ్యాసము 8,640 మైళ్లు (లే 142,648 కిలో మీటర్లు); అనగా భూమియొక్క వ్యాసము కన్న 11 రెట్లు ఎక్కువ. గురు గ్రహము యొక్క ద్రవ్యము భూమి యొక్క

ద్రవ్యము కన్న 318 రెట్లు అధికము. గురుగ్రహము పై గురుత్వాకర్షణ శక్తి భూమిపై గల గురుత్వాకర్షణ శక్తి కన్న 2.64 రెట్లు అధికము. అనగా భూమిపై 100 కి.గ్రా. బరువు గల వస్తువు గురుగ్రహముపై 264 కి.గ్రా. బరువు కలిగి యుండును.

నాతడు గుర్తించెను. ఇతడు ఈ మచ్చను ఆధారముగా చేసుకొని, గురుగ్రహము తనపట్టు తాను తిరుగుటకు పట్టు కాలమును కనుగొనెను. ఈ ఎఱ్ఱమచ్చ యొక్క రంగులోను, పరిమాణములోను మార్పులు కలుగుచుండును.



పటము 12. గురుగ్రహము

ఖగోళ దూరదర్శిని సహాయమున చూచినపుడు గురుగ్రహము చారలుగల పసుపు పచ్చని కాంతి వంతమగు బింబరూపములో కనబడును. ఇది ఆకాశములో శుక్రడు, కుజుడు తర్వాత ఎక్కువ కాంతివంతముగ కనబడు గ్రహము. గురుగ్రహముపై కనబడు చారలు దానిపై గల వాతావరణము వలన ఏర్పడినవని తెలియుచున్నది.

1878 వ సం॥ ఆగస్టులో గురుగ్రహము యొక్క దక్షిణార్ధ గోళముపై ఒక పెద్ద ఎఱ్ఱటి మచ్చ (The Great Red Spot) కనబడినది. ఇది 80,00 మైళ్ళ పొడవు, 8,000 మైళ్ళ వెడల్పు కలిగియున్నది. దీనిని మొట్టమొదటి సారిగ జీన్ డి, కాసిని (Jean D. Cassini) అను

ఎల్మర్ రీస్ (Elmer Reece) అను నాతడు, ఇటీవల, గురుగ్రహము యొక్క ఉత్తరార్ధ గోళములో దాదాపు 4 వేల మైళ్ళ వ్యాసము కలిగిన గుండ్రటి కాంతివంతమైన మచ్చను కనుగొనెను. ఇది గురుగ్రహము చుట్టు తిరిగి వచ్చుటకు పట్టు కాలము 9 గం॥ 4 ని. 5 సె. లనియు, ఇది గురుగ్రహము యొక్క వాతావరణములో ఏర్పడిన దనియు తెలియుచున్నది.

1982 వ సం॥లో రుపర్ట్ విల్ట్ (Rupert Wildt) అను నాతడు గురుగ్రహము యొక్క వాతావరణములో అమోనియా ( $NH_3$ ), అధికముగా మిథేన్ ( $CH_4$ ) మరియు స్వల్పముగా ఉదజని గలవని కనుగొనెను.



1952 వ సం॥లో బామ్ మటియు సి.ఎ. కోడ్ (Balm and C. A Code) అను శాస్త్రజ్ఞులు జరిపిన ప్రయోగములను బట్టి గురుగ్రహము యొక్క వాతావరణములో ముఖ్యముగా ఉదజని, హీలియమ్ వాయువులు ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది.

గురు గ్రహమునకు పన్నెండు ఉపగ్రహములు కలవు. వీటిలో నాలుగు ఉపగ్రహములు (Io, Europa, Ganymede, Callisto) చంద్రుని అంతగను, అంతకంటె ఎక్కువగను పరిమాణములను కలిగియున్నవి. మిగిలిన ఏ మిది ఉపగ్రహములు దాదాపు ఎందమైశ్వకన్న తక్కువ వ్యాసము కలవి. పైన సూచించిన నాలుగు పెద్ద ఉపగ్రహములను 1610 వ సం॥లో గెలిలియో అను నాతడ కనుగొనెను.

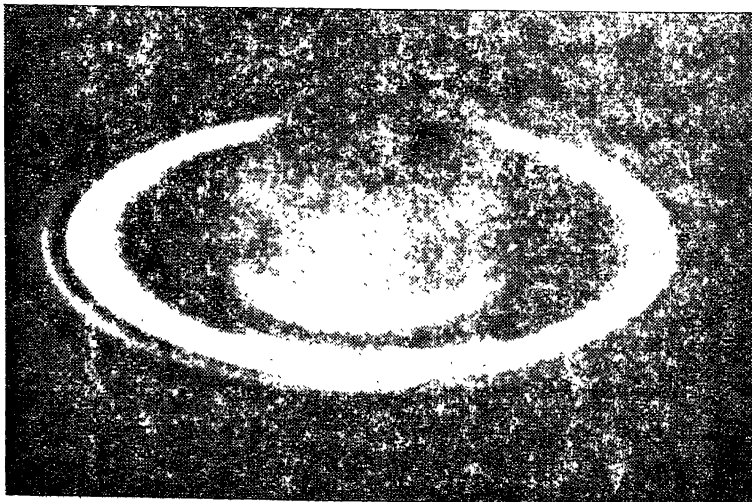
### శనిగ్రహము

శనిగ్రహము యొక్క మధ్యరేఖా వ్యాసము దాదాపు 75,100 మైళ్లు (లేక 120,858 కిలో మీటర్లు); ధ్రువ వ్యాసము దాదాపు 67,800 మైళ్లు (లేక 109,111 కిలో మీటర్లు). దీని యొక్క

ద్రవ్యరాశి భూమి యొక్క ద్రవ్యరాశి కన్న 95 రెట్లు ఎక్కువ.

శనిగ్రహమును ఖగోళ దూరదర్శిని సహాయమున చూచినపుడు ఈ గ్రహము చుట్టు మధ్యరేఖా తలములో మూడు అంగుళ్యాకారములు కనబడును. వీటిలో ఘనీభవించిన ఆమ్మోనియా కలదని 1969లో కైపర్ (Kuiper), క్రుయిక్ షాంక్ (Cruikshank) మరియు ఫింక్ (Fink) అను శాస్త్రజ్ఞులు, అరిజోనా విశ్వవిద్యాలయములో జరిపిన ప్రయోగముల వలన కనుగొనిరి. ఈ అంగుళ్యాకారముల యొక్క పుట్టుకను గూర్చి ఇంకను ఇద మిథ్యముగా తెలియదు. శనిగ్రహమును చాల దగ్గరగా ఏదైనా ఉపగ్రహము నమీపించినపుడు, అది శనిగ్రహము యొక్క ఆకర్షణ శక్తిచేత విరుగ గొట్టబడి ఈ విరిగిన భాగములు ఆ గ్రహము చుట్టు తిరుగుచుండుట వలన అంగుళ్యాకారములుగా ఏర్పడినవని భావించబడుచున్నది.

శని గ్రహమునకు 10 ఉపగ్రహములు కలవు. ఇందులో 10 వ ఉపగ్రహము 1966 డిసెంబరు



చిత్రము. 13. శనిగ్రహము; దానిని చుట్టియున్న మూడు అంగుళ్యాకారములను ఇందు కనవగుదు.

13 వ తేదీన ఆడౌన్ డాల్ఫస్ (Audouin Dollfus) అను శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. ఈ గ్రహము యొక్క ఉపగ్రహములు గురుగ్రహము యొక్క ఉపగ్రహములతో పోల్చినచో అవి చాల చిన్న పరిమాణములను కలిగియున్నవి. శనిగ్రహము యొక్క ఉపగ్రహములన్నిటిలోకెల్ల పెద్దది బైటను అనునది. దీనియొక్క వ్యాసము దాదాపు 2,880 మైళ్ళు (లేక 4603 కిలోమీటర్లు). దీని చుట్టు వాతావరణము కలదు. దీనిలో మిథేన్ వాయువు కలదని 1944 సం॥లో కైపర్ (Kuiper) అను నాతడు కనుగొనెను. సౌరకుటుంబములో బైటన్ మనహా ఏ ఉపగ్రహమునకు వాతావరణము లేదు.

యురేనస్ :

1781 సం॥ మార్చి 13 వ తేదీన విలియమ్ హర్షల్ (William Herschel) దీనిని కనుగొనెను. ఈ గ్రహమును ఖగోళ దూరదర్శిని సహాయమున భూచినపుడు లేత ఆకుపచ్చ (Pale Greenish) వర్ణముతో కనిపించును. ఈ గ్రహమునకు సూర్యునికి మధ్య గల సగటు దూరము 178,800,000 మైళ్ళు (లేక 2,86,93,81,900 కిలోమీటర్లు). ఇది సూర్యుడిచుట్టు ఒక పర్యాయము తిరిగి వచ్చుటకు 84 సం॥ కాలమును, తన చుట్టు తాను తిరుచుటకు 10 గం॥ 49 ని॥ను పట్టును. ఈ గ్రహము యొక్క సగటు వ్యాసము దాదాపు 80 వేల మైళ్ళు (లేక 48,279 కిలోమీటర్లు) మరియు దీనియొక్క ద్రవ్యరాశి భూమియొక్క ద్రవ్యరాశికన్న 14½ రెట్లు వుండును. దీనియొక్క సగటు సాంద్రత నీటి సాంద్రతకన్న 1.3 రెట్లు ఎక్కువ. ఈ గ్రహము యొక్క ఉపరితలముపై గురుత్వాకర్షణ శక్తి భూమిమీద దానికన్న 1.08 రెట్లు ఎక్కువ.

యురేనస్ గ్రహముయొక్క వర్ణమాంశ (Spectrum) ను పరిశీలించిన ఆ గ్రహముయొక్క

వాతావరణములో మిథేన్, ఉగజని, అమ్మోనియా వాయువులు కలవని తెలియును. ఈ గ్రహము యొక్క ఉపరితల ఉష్ణోగ్రత దాదాపు  $-300^{\circ}\text{F}$  ( $-185^{\circ}\text{C}$ ) కలదు.

యురేనస్ గ్రహమునకు ఏరియల్ (Ariel), మిరన్డా (Miranda), ఓబరాన్ (Oberon), టైటానియా (Titania) మరియు యంబ్రెల్ (Umbriel) అను అయిదు ఉపగ్రహములు కలవు. వీటిలోకెల్ల మిక్కిలి చిన్నదైన మిరన్డా అను ఉపగ్రహముయొక్క సగటు వ్యాసము 150 మైళ్ళు; మరియు మిక్కిలి పెద్దదైన టైటానియా అను ఉపగ్రహము యొక్క సగటు వ్యాసము 800 మైళ్ళు (లేక 988 కిలోమీటర్లు). పైన సూచించిన అయిదు ఉపగ్రహములు యురేనస్ చుట్టు వృత్తపరిధిలో పరిభ్రమించు చుండును.

నెప్ట్యూన్ :

1846 వ సం॥లో ఆడమ్స్ (Adams) అను శాస్త్రజ్ఞుడును, 1846 వ సం॥ లో లివరియర్ (Le errier) అను శాస్త్రజ్ఞుడును విడివిడిగా నెప్ట్యూన్ యొక్క ఉనికిని సిద్ధాంతరీత్యా కనుగొనిరి. ఖగోళ దూరదర్శిని సహాయమున ఈ గ్రహమును భూచినపుడు ఆకుపచ్చటి వర్ణముతో కనిపించును. ఈ గ్రహమునకును సూర్యునికిని గల సగటు మధ్యదూరము, 2,797,000,000 మైళ్ళు (లేక 4,501,212,100 కిలోమీటర్లు). ఈ గ్రహము సూర్యునిచుట్టు ఒక పర్యాయము తిరిగి వచ్చుటకు పట్టుకాలము 184.8 సం॥లు; మరియు, తనచుట్టు తాను ఒక పర్యాయము తిరుగుటకు 15 గం॥ 48 ని॥ పట్టును. ఈ గ్రహముయొక్క సగటు వ్యాసము 28,000 మైళ్ళు (లేక 45,000 కిలోమీటర్లు). ఈ గ్రహముయొక్క ద్రవ్యరాశి భూమియొక్క ద్రవ్యరాశికన్న 17.3 రెట్లు అధికము. ఈ గ్రహము యొక్క సగటు సాంద్రత నీటి సాంద్రతకన్న

2.2 రెట్లు ఉండును. ఈ గ్రహముయొక్క ఉపరితలముపై గురుత్వాకర్షణ శక్తి, భూమ్యాకర్షణ శక్తి కన్న 1.41 రెట్లు ఎక్కువ.

నెప్ట్యూన్ గ్రహము చాల దట్టమైన వాతావరణము కలిగియున్నట్లు తెలియుచున్నది. దాని వర్ణమాలను, పరిశీలించినపుడు, ఈ గ్రహముయొక్క వాతావరణములో ఎక్కువ భాగము మిథేన్, ఉదజని వాయువులున్నట్లు తెలియును. ఈ గ్రహము యొక్క ఉపరితలముపై ఉష్ణోగ్రత దాదాపు  $-850^{\circ}\text{F}$  ( $-212^{\circ}\text{C}$ ) ఉండును.

నెప్ట్యూన్ గ్రహమునకు ట్రైటోన్ (Triton) మరియు నెరైడ్ (Nereid) అను రెండు ఉపగ్రహములు కలవు. ఇందులో మొదటిదాని యొక్క వ్యాసము దాదాపు 2240 మైళ్ళు; అనగా ఇది చంద్రుని కన్న కొంచెము పెద్దది. నెరైడ్ అను దానిని 1949 సం॥లో కైపర్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు కనిపెట్టెను. దీని యొక్క వ్యాసము దాదాపు 200 మైళ్ళు (లేక 322 కిలో మీటర్లు).

### ప్లూటో గ్రహము

దీనిని 1980 వ. సం॥లో మార్చి 18 వ తేదీన క్లైడ్ డబ్ల్యు. టౌంబాగ్ (Clyde W. Tombaugh) అను శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. ఈ గ్రహమునకును సూర్యునికిని గల సగటు మధ్యదూరము 3,675,000,000 మైళ్లు (లేక 5,914,000,000 కిలో మీటర్లు). ఈ గ్రహము భూమికి చాల దూరములో వుండుట వలన ఈ గ్రహమును గూర్చిన వివరములు చాలవరకు తెలియవు. 1960 వ సం॥లో కైపర్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు 200 ఆంగుళముల హేల్ ఖగోళ దూరదర్శిని ద్వారా ఈ గ్రహమును చూచి దాని యొక్క వ్యాసము దాదాపు 3,700 మైళ్లు (లేక 5,954 కిలో మీటర్లు) ఉండునని, అనగా దాని యొక్క పరిమాణము భూమి యొక్క పరిమాణములో పదియవ వంతు

వుండునని అంచనా వేసెను. ఈ గ్రహము యొక్క సగటు సాంద్రత భూమి యొక్క సగటు సాంద్రతకు సమమనుకొనిన యెడం ప్లూటో యొక్క ద్రవ్యరాశి భూమి యొక్క ద్రవ్యరాశిలో పదియవవంతు ఉండును.

ప్లూటో తన చుట్టు తాను తిరుగుటకు పట్టుకాలము 6.39 రోజులు. ఇది సూర్యుని చుట్టు ఒక పర్యాయము తిరిగి వచ్చుటకు పట్టు కాలము 247.69 సంవత్సరములు. ఈ గ్రహము యొక్క ఉపరితల ఉష్ణోగ్రత దాదాపు  $-400^{\circ}\text{F}$  ( $-240^{\circ}\text{C}$ ) ఉండును. ఈ గ్రహము యొక్క వర్ణమాలను పరిశీలించిన యెడల ఈ గ్రహముపై వాతావరణ మేదియును లేనట్లు తెలియు చున్నది. ఈ గ్రహమునకు ఉపగ్రహములున్నట్లు ఇంతవరకు తెలియదు.

### గ్రహశకలములు, తోక చుక్కలు, ఉల్కలు

సౌరకుటుంబములో సూర్యుడు, చంద్రుడు, నవగ్రహములు, ఎక్కువ ఆధిక్యమును కలిగి యున్నవి. ఇవి కాక సౌరకుటుంబములో వేల కొలది గ్రహశకలములు (Asteroids), తోక చుక్కలు (Comets) మరియు ఉల్కలు, (Meteoroids) కలవు. వీటిని గుఱించి కొంత వరకు పుస్తకముగా తెలిసికొందము.

### గ్రహ శకలములు

ఇవి ఎక్కువ భాగము, కుజగ్రహమునకును, గురుగ్రహమునకును మధ్యగల ప్రదేశములో ఉండి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచుండును. వీటియొక్క సగటు వ్యాసములు దాదాపు 1 మైలు నుండి 480 మైళ్ల వరకు గలవు. ఇంతకంటె చిన్న పరిమాణము గల గ్రహశకలములు కూడ కలవు. ఇంతవరకు కనుగొనబడిన గ్రహ శకలములన్నింటిలోకి సిరీస్ (Ceres), పాలస్ (Pallas), వెస్టా (Vesta) మరియు జూనో (Juno) అనునవి చాలపెద్ద గ్రహ శకల

ములు. వీటియొక్క వ్యాసములు వరుసగా 480 మైళ్ళు (772 కిలోమీటర్లు), 800 మైళ్ళు (493 కిలోమీటర్లు), 240 మైళ్ళు (386 కిలోమీటర్లు), 120 మైళ్ళు (193 కిలోమీటర్లు). ఈ నాలుగు గ్రహ శకలములలో సిరిస్ అను దాని యొక్క ఉపరితలము చంద్రుని ఉపరితలమును పోలి యుండును.

1231 వ సం॥లో ఎరోస్ (Eros) అను గ్రహ శకలము భూమికి దాదాపు 14 మిలియను మైళ్ళు (లేక 23 మిలియను కిలోమీటర్లు) దూరములో వచ్చి నపుడు దానిని పరిశీలించగా అది దాదాపు 17 మైళ్ళ (లేక 27 కిలోమీటర్లు) పొడవు 4 మైళ్ళ (లేక 6 కిలోమీటర్లు) వెడల్పు కలిగి యుండి తన చుట్టు తాను తిరుగుచున్నట్లు కనిపించెను.

ఇంతవరకు గ్రహశకలముల యొక్క ద్రవ్య రాసులను గూర్చి సరిగా తెలియదు. బహుశః ఇంత వరకు కనుగొనబడిన గ్రహ శకలముల యొక్క మొత్తము ద్రవ్యరాశి సుమారు చంద్రుని యొక్క ద్రవ్యరాశి కన్న కొంచము తక్కువగా వుండునని తలచ బడుచున్నది. గ్రహశకలముల యొక్క పుట్టుకను గూర్చిన ఒక సిద్ధాంతము ప్రకారము గ్రహ శకలములు ఏదైనా ఒక పెద్ద గ్రహము నుండి ఏర్పడిన ఖండములై యుండ వచ్చును. లేదా చిన్న చిన్న గ్రహములు ఒకదాని నొకటి ఢి కొనగాగాని లేక ఎక్కువ వేగముగా పరిభ్రమించుట వలన గాని ఏర్పడిన ఖండములై యుండ వచ్చునని ఆ సిద్ధాంతము చెప్పుచున్నది. రెండవ సిద్ధాంతము తోక చుక్కల నుండి గ్రహశకలములు ఏర్పడినట్లు చెప్పుచున్నది.

### తోక చుక్కలు (Comets)

గ్రహములకన్నను, నక్షత్రములకన్నను చూచుటకు తోక చుక్కలు ఎక్కువ ఆసక్తిని కలిగించును. ఇవి కనబడినపుడెల్ల దేశములకును, వాటిని పరిపాలించు పరిపాలకులకును, అరిష్టము కలుగునను నమ్మకము ప్రజలలో కలదు.

(65)

ఇంతవరకు కనుగొనబడిన తోక చుక్కలలో 75 శాతము పరవలయము (Parabolic) లేక హైపర్ బోలిక్ (Hyperbolic) పరిధులలోను, మిగిలినవి అండాకార పరిధులలోను సూర్యుని చుట్టు ప్రయాణము చేయుచున్నవి. పరవలయములేక హైపర్ బోలిక్ పరిధులలో ప్రయాణము చేయు తోక చుక్కలు సౌరకుటుంబములోనికి బయటినుండి వచ్చినవని తలచబడుచున్నది. కాని ఇట్టి తలంపుకు ఎట్టి ఆధారములు లేవు. పైగా తోక చుక్కలు అన్నియు సౌరకుటుంబములోనే పుట్టిన వనుటకు తగినన్ని ఆధారములు కలవు. 1950 వ సం॥లో జాన్ ఓర్ట్ (Jan Oort) అను డచ్చి శాస్త్రజ్ఞుడు తోక చుక్కలన్నియు, సూర్యుడి చుట్టు 150,000 అస్ట్రోనామికల్ యూనిట్స్ (1 అస్ట్రోనామికల్ యూనిట్ =  $9.8 \times 10^7$  మైళ్లు) దూరములో తిరుగుచుండననియు, వీటి గతులలో అపుడపుడు మార్పు కలుగుట వలన ఇవి సూర్యునికి దగ్గరగా వచ్చి పోవుచుండుననియు సిద్ధాంతీకరించెను.

### తోక చుక్కల యొక్క ఆకారము :

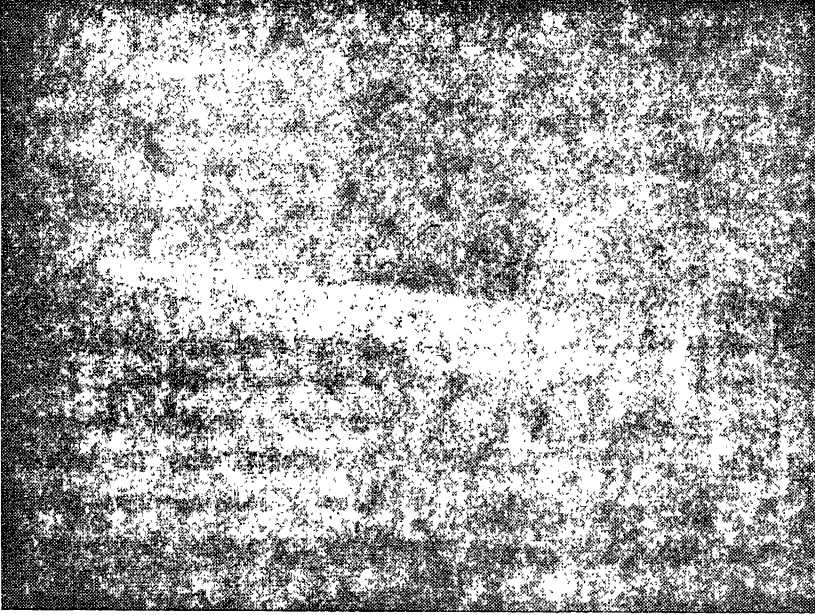
#### (Structure of Comets)

తోక చుక్కకు తలభాగము, తోకభాగము ప్రధానమైనవి. తలభాగమునందు నక్షత్రమువలె ప్రకాశించు ముఖ్యభాగమును (దీనిని న్యూక్లియస్ అందురు). దాని చుట్టు మేఘమువంటి పదార్థమును (Gas Cloud) కలవు. తోక భాగములో ప్రకాశించుచున్నటువంటి ధూళి రేణువులుండును. తోకభాగము తలభాగమునుండి సూర్యుడికి పరముఖ దిశలో విస్తరించి యుండును. తోక చుక్కల తల యొక్క వ్యాసములు దాదాపు 10 వేల మైళ్ల నుండి 1.5 మిలియను మైళ్ళ వరకు వుండును. తోకభాగములు కొన్ని మిలియను మైళ్ళనుండి వంద మిలియను మైళ్ళ వరకు వుండును.

తోక చుక్కల యొక్క గరిష్ఠ ద్రవ్యరాశి భూమియొక్క ద్రవ్యరాశిలో 10,000 వంతు

మాత్రమే ఉండునని ఆంచనా వేయబడినది. ఇవి ఎక్కువ పరిమాణమున తక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగి యుండుటవలన వీటియొక్క సగటు సాంద్రత చాల స్వల్పముగా నుండునని తలంచబడుచున్నది.

భూమియొక్క వాతావరణములోనికి చొచ్చుకొని పోవుచుండును. అప్పుడు అవి వాతావరణములోని రేణువులతో ఘర్షణపొంది జ్వలింపను. ఇట్లు అంతర్గ్రహముల మధ్యనుండు ధూళిరేణువులు



పటము. 14. తోకచుక్క తలభాగమును తోక భాగమును ఇందు కనవగును.

తోకచుక్క సూర్యుని సమీపించు కొలది, దానిలోని ఆణువులు సూర్యుని వికిరణమునకు ఆవిరియగును. అటువంటి దశలో తోకచుక్క యొక్క వర్ణమాంశ పరిశీలించిన యెడల కర్పనము ( $C_2$  &  $C_3$ ), సయనోజిన్ (CN), హైథిలిన్ ( $NH$ ) ఆమైడ్ ( $NH_2$ ) మరియు హైడ్రాక్సిల్ ( $OH$ ) వున్నట్లు తెలియుచున్నది. సూర్యునికి ఆత్యంత సమీపములో వున్నప్పుడు తోకచుక్క వర్ణమాంశ పరిశీలించిన యెడల, క్రోమియమ్, ఇనుము, నికెల్, సోడియం వున్నట్లు తెలియును.

### ఉల్కలు

భూమి సూర్యుని చుట్టు తిరుగుచుండుట వలన అంతర్గ్రహముల మధ్యనుండు ధూళిరేణువులు

భూమియొక్క వాతావరణముతో సంఘర్షణ నొంది కాంతిని వెదజల్లుచు ఎక్కువ వేగముతో భూమిపై బడుటను. మనము రాత్రులందు చూచుచుండుము. వీటిని ఉల్కలు అని అందురు. ఉల్కల యొక్క పరిమాణము సన్న సన్న గురిక రాశితో ఉండును. ఒక్కొక్క పర్యాయము ఉల్కల యొక్క పరిమాణము కొంచము ఎక్కువగా యుండుట వలన అవి భూమియొక్క వాతావరణములో పూర్తిగా దగ్ధము కాక, భూమి మీద పడి నపుడు బిలములు (Craters) ఏర్పడును. ఇట్లు ఏర్పడిన బిలములలో చెప్పకోతగినది అరిజోనా (అమెరికా)లో గలదు. ఈ బిలము యొక్క ముఖ వ్యాసము సుమారు ఒక కిలో మీటరు, లోతు సుమారు 200 మీటర్లు.

ఉల్కలన-అవి కలిగి యుండు పదార్థములను (Chemical Composition) బట్టి (i) -ఇనుము (ii) రాళ్ళు మరియు (iii) ఇనుము-రాళ్ళు అని మూడు తెగలుగా విభజించిరి. మొదటి తెగకు చెందిన ఉల్కలలో దాదాపు 90 శాతము ఇనుము. 8.5 శాతము నికెల్ కలదు. రెండవ తెగకు సంబంధించిన ఉల్కలు దాదాపు 36 శాతము ఆక్సిజను, 24 శాతము ఇనుము, 18 శాతము

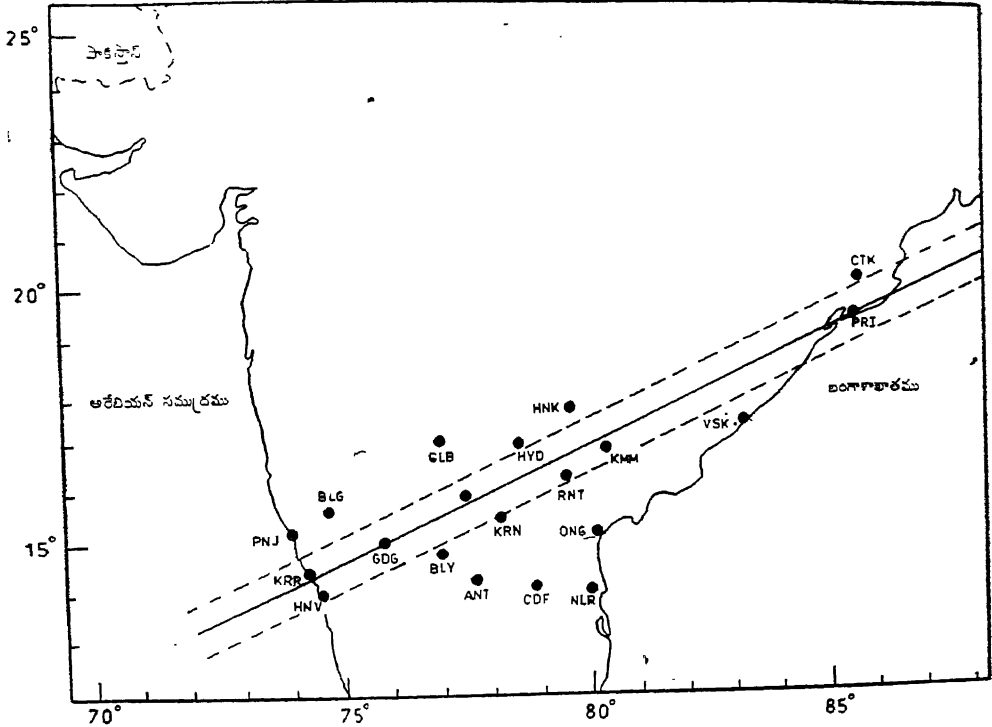
కనుక (Silicon) మరియు 14 శాతము మెగ్నీషియమ్ కలిగియున్నవి. మూడవ తెగకు సంబంధించిన ఉల్కలలో పై రెండు తెగలకు సంబంధించిన పదార్థములు దాదాపు సమపాళ్ళలో వుండును. ఉల్కలు సౌర కుటుంబములోనే పుట్టినవని భావించబడుచున్నది.

శ్రీ. పి. వి. సుబ్రహ్మణ్యం

## 234. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం

సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణాలు చాల అరుదుగా సంభవిస్తాయి. సాధారణంగా సూర్యగ్రహణాలు,

పరిశీలించడానికి అనువైన ప్రాంతాల్లో, సంభవించడం చాల గొప్ప విషయం. అదృష్టవశాత్తు



చిత్రము 1. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణమార్గము.

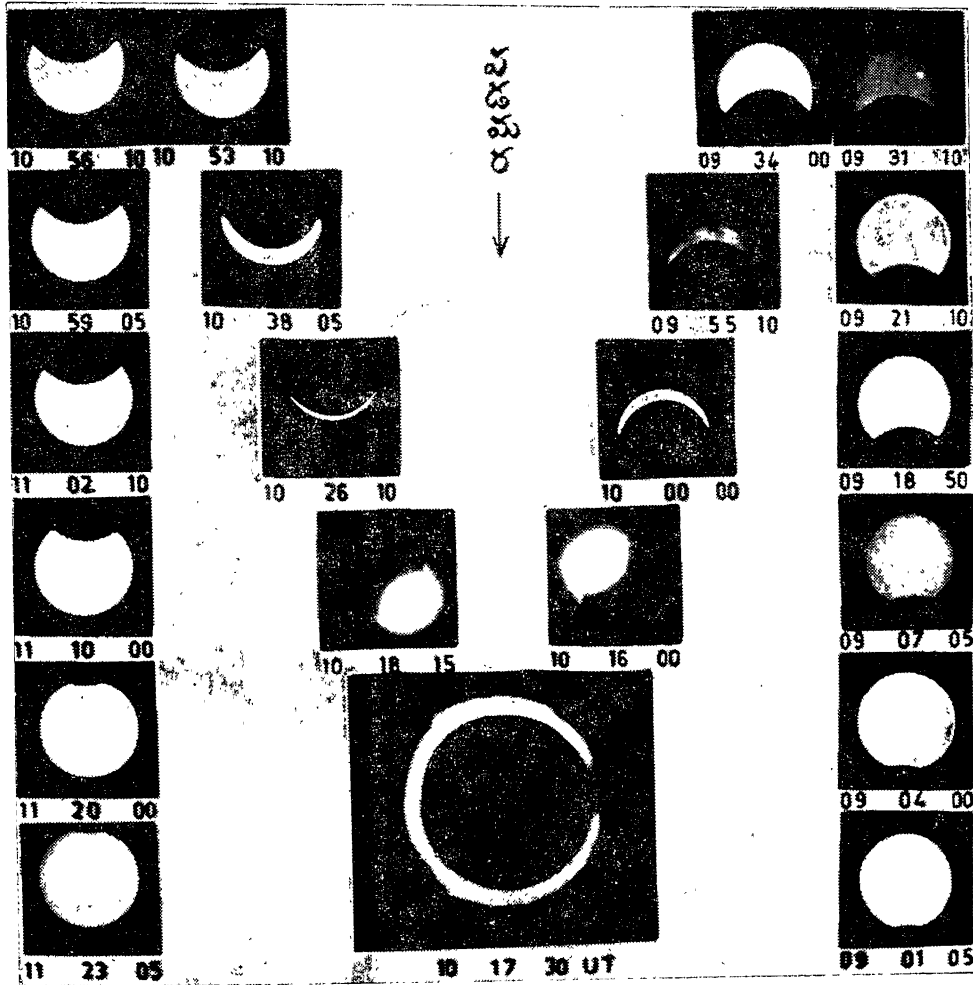
తే. 16.2.1980 వ భారతదేశమున కొంతభాగమున కననైన సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణమార్గము, దీనివలన విశదమగును. ఇందు రోమన్ లిపి సంకేతములలో తెలుపబడిన స్థలనామముల వివరములు: ANT అనంతపురం; BLG బెల్ గాం; BLY బళ్ళారి; CTK కటక్; GLB గుల్బర్గా; HNK హనుమకొండ; HNV హోనావర్; HYD హైదరాబాద్; KRN కర్నూలు; KRR కర్నూర్; NLR నెల్లూరు; ONG ఒంగోలు; PRI పూరి; PNH పాండిచ్చేరి; VSK విశాఖపట్టణం.

1980 వ సం॥ ఫిబ్రవరి 18 వ తేదీన సంభవించిన సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ మార్గము (పటము-1) ప్రాదరాబాద్ నగరానికి సుమారు 60 కి. మీ. దూరంలో నాగార్జునసాగర్ రహదారిలోవున్న జాపాల్-రంగపూర్ వేధశాల మీదుగా పోయింది. భారతదేశంలో 1898 వ సం॥ తర్వాత, దాదాపు 82 సంవత్సరాల అనంతరము, కాన్పించిన సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణము ఇదియే. ఈ సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం భారతదేశ పశ్చిమతీరంలో కర్ణాటక రాష్ట్రంలోని కార్వార్ నుంచి తూర్పు తీరంలో ఒరిస్సా రాష్ట్రంలోని పూరి వరకుగల మధ్య భాగంలో దాదాపు 1500 కి.మీ. పొడవు 120 కి.మీ. వెడల్పుగల భూభాగంలో కనపించింది. ఆదోని, భద్రాచలం, బొబ్బిలి, జడ్పర్తి, కల్వకుర్తి, ఖమ్మం, కొత్తగూడెం, కర్నూలు, మహబూబ్ నగర్, మిర్యాల గూడ, నాగార్జునసాగర్, నల్గొండ, పాలెం, పార్వతీ పురం, రెంటిచింతల, సూర్యాపేట, వనపర్తి మొదలగు పట్టణాలు సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ మార్గంలో వున్న కొన్ని ప్రాంతాలు. ఆ ప్రాంతాల్లోని ప్రజలు సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణాన్ని చూడగల్గిరి. అనకాపల్లి, ఆరోగ్యవరం, ఏలూరు, గుంతకల్లు, హైదరాబాదు, వరంగల్లు, ఒంగోలు, రాజమండ్రి, శ్రీకాకుళము, విజయవాడ, విశాఖపట్టణం మున్నగు ప్రాంతాల్లోని ప్రజలు పాక్షిక సూర్యగ్రహణాన్ని మాత్రమే చూడగల్గిరి.

సూర్యగ్రహణాలు ఏలా ఏర్పడుతాయో ముందుగా పరిశీలిద్దాం. భూమికి సూర్యునికి మధ్యగా చంద్రుడు వచ్చి, సూర్యబింబాన్ని కనబడకుండా చేయడం చేత సూర్యగ్రహణాలు ఏర్పడుతాయి. సూర్యునికి భూమికి మధ్య చంద్రుడు అమావాస్యనాడు మాత్రమే వస్తాడు కనుక సూర్యగ్రహణాలు అమావాస్యనాడు మాత్రమే సంభవిస్తాయి. అయితే ప్రతి అమావాస్యనాడు సూర్యగ్రహణం సంభవించదు. చంద్రుని యొక్క కక్ష్యతలం సూర్యుని కక్ష్యతలంతో 5° కోణము చేయచుండుటయే దీనికి కారణము.

చంద్రబింబం సూర్యబింబాన్ని పూర్తిగా కనబడకుండా అడ్డుతున్నపుడు సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం, అసంపూర్ణంగా అడ్డుతున్నపుడు అసంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం సంభవిస్తాయి. అయితే కొన్ని సందర్భాలలో చంద్రబింబంయొక్క పరిమాణం, సూర్యబింబ పరిమాణంకన్న, చిన్నదిగా వున్నపుడు సూర్యబింబం కంకణాకారంలో అగుపిస్తుంది. దీనిని కంకణాకార సూర్యగ్రహణం (Annular eclipse) అని అంటారు.

సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం సంభవించినపుడు ప్రకృతిలో కొన్ని అద్భుతమైన మార్పులు గోచరిస్తాయి. సూర్యగ్రహణం ప్రారంభం అయిన తర్వాత సూర్యబింబం క్రమేణా చంద్రబింబంవల్ల కనబడకుండా పోతుంది (పటము-2). సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణానికి రెండు లేక మూడు నిమిషాల ముందు భూమ్మీద ఛాయావలయాలు (Shadow bands) కనపిస్తాయి. ఈ ఛాయావలయాలు సుమారు 50 నుండి 80 కి.మీ. వేగంతో ప్రయాణం చేస్తూ సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం ప్రారంభమయ్యే సమయానికి అంతమైపోతాయి. ఇలాగే సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం అంతమైన తర్వాతకూడ రెండు లేక మూడు నిమిషాల వరకు ఈ ఛాయావలయాలు అగుపిస్తాయి. ఛాయావలయాలు చంద్రునిపై గల లోయ ప్రాంతాలనుండి పరావర్తనం చెందిన సూర్యుని కాంతిరేఖల వలన ఏర్పడుతాయి. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ సమయంలో మొక్కలు జంతువులు వింతగా ప్రవర్తిస్తాయి. ఈ కాలంలో పట్టపగలే చీకటి వ్యాపిస్తుంది. అప్పుడు, రాత్రి వేళ లం దు ము డు చు కొ ని పోవు స్వభావంగల ఆకులు ముడుచుకొని పోతాయి. రాత్రివేళల వికసించి, నువాసనల వెదజల్లే పుష్పాలు సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ కాలమందు వికసించి సువాసనలను వెదజల్లుతాయి. పావురాళ్ళు రాత్రి అనే భ్రమతో వాటి వాటి గూళ్ళకు చేరుతాయి.



పటము 2. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణపు వివిధదశలు.

1980, ఏప్రిల్ 18వ తేదీన భారతదేశమున కొంతభాగమున కననైన సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణమును, జంపాల-రంగాపూరు వద్దనున్న ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయ చేదకాలా శాస్త్రజ్ఞులు పరిశీలించునమయమున తీసినవి ఈ వివిధదశాచిత్రములు. కుడివైపున దిగువనుండి క్రమముగ గ్రహణముపట్టుటలోని వివిధదశలును, ఎడమవైపున క్రమముగ ఎగువనుండి గ్రహణపువిడువలోని వివిధదశలును కననగును. మధ్యన దిగువన సంపూర్ణ గ్రహణము పొందిన సూర్యఖింబమును, దానిని ఆవరించి, ఆకాలమున అగపడు కరోనాయు కననగును. మధ్యనున్న తక్కిన ఛాయాచిత్రములు, సంపూర్ణ గ్రహణపు ముందువెనకల సన్నిహిత దశలను తెలియజేయును. ఆయా దశల చిత్రములక్రింద అప్పటి కాలవివరములు, గంటలు, నిమిషములు, సెకన్లలో ఈయబడినవి. ఛాయాచిత్రములు తీసినవారలు: ఆవేదకాలకు చెందిన టి. మొయినుసింగు, జవహర్ కౌల్, కె.ఆర్.రాధాకృష్ణన్, యస్.రాజేశ్వరరావు.



పక్షులు దిక్కు తెలియక గందరగోళం పడుతాయి. గుడ్ల గూబలు, గబ్బిలాలు బయటికి వస్తాయి. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం అంతం అయినపుడు కోళ్ళు తెల్లవారిందేమో అని కూస్తాయి. ఈ వింతలు 1980 ఫిబ్రవరి 16వ తేదీన సంభవించిన సూర్య గ్రహణ సమయంలో చాలమంది చూచారు.

మానవునిపై సూర్యగ్రహణ ఫలితాలు ఎలా వుంటాయి అనే విషయంలో మనలో చాల మూఢనమ్మకాలు వున్నాయి. ఇవి అన్నీ శాస్త్రీయంగా ఋజువు కాలేదు. కాని ఒకటి మాత్రం నిజం. గ్రహణసూర్యుని కంటితో నేరుగా చూస్తే కంటి చూపు దెబ్బ తింటుందని ఖచ్చితంగా చెప్పవచ్చును. అసంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ సమయంలో సూర్యుని యొక్క వెలుగు తగ్గుతూ వుంటుంది. అప్పుడు సూర్యుని నుండి వచ్చే కాంతి మన కంటిలోని రెటీనా పైబడి, రెటీనా దెబ్బతిని శాశ్వతంగా కంటిచూపు పోయే అవకాశం వుంది. అయితే సంపూర్ణ సూర్య గ్రహణపు కాలంలో కండ్లకు ఎటువంటి ఆద్యాదన లేకుండా గ్రహణసూర్యుని మనం చూడవచ్చును. అప్పుడు సూర్యబింబం చుట్టూవున్న వాతావరణం - కరోనా - తెల్లగా ప్రకాశిస్తూ అగమ్యమింది. (చూ: పటము-8.)

అయితే పాక్షిక సూర్యగ్రహణాన్ని ఎలా చూడాలి: విద్యుత్ సాధనంతో ఇనుప కడ్డీలను అతికే సమయంలో కండ్లకు అడ్డంగా వుపయోగించే అడ్డాలను (Welders glasses) గాని లేక దట్టంగా నల్లగా మసకబారిన అద్దమునుగాని, పిల్చును గాని ఆద్యాదనంగా పెట్టుకొని పాక్షిక గ్రహణాన్ని చూడ వచ్చును. పాక్షిక సూర్యగ్రహణాన్ని చూడడానికి మన ఇంటిలో స్వయంగా కూడ కొన్ని ఏర్పాట్లు చేసుకోవచ్చును. మన ఇంటిలో వాడుకొనే అద్దానికి ఒక సెంటి మీటరు వ్యాసపు రంధ్రంగల కాగితాన్ని అమర్చి దీని ద్వారా సూర్య కిరణాలను తెల్లబడి

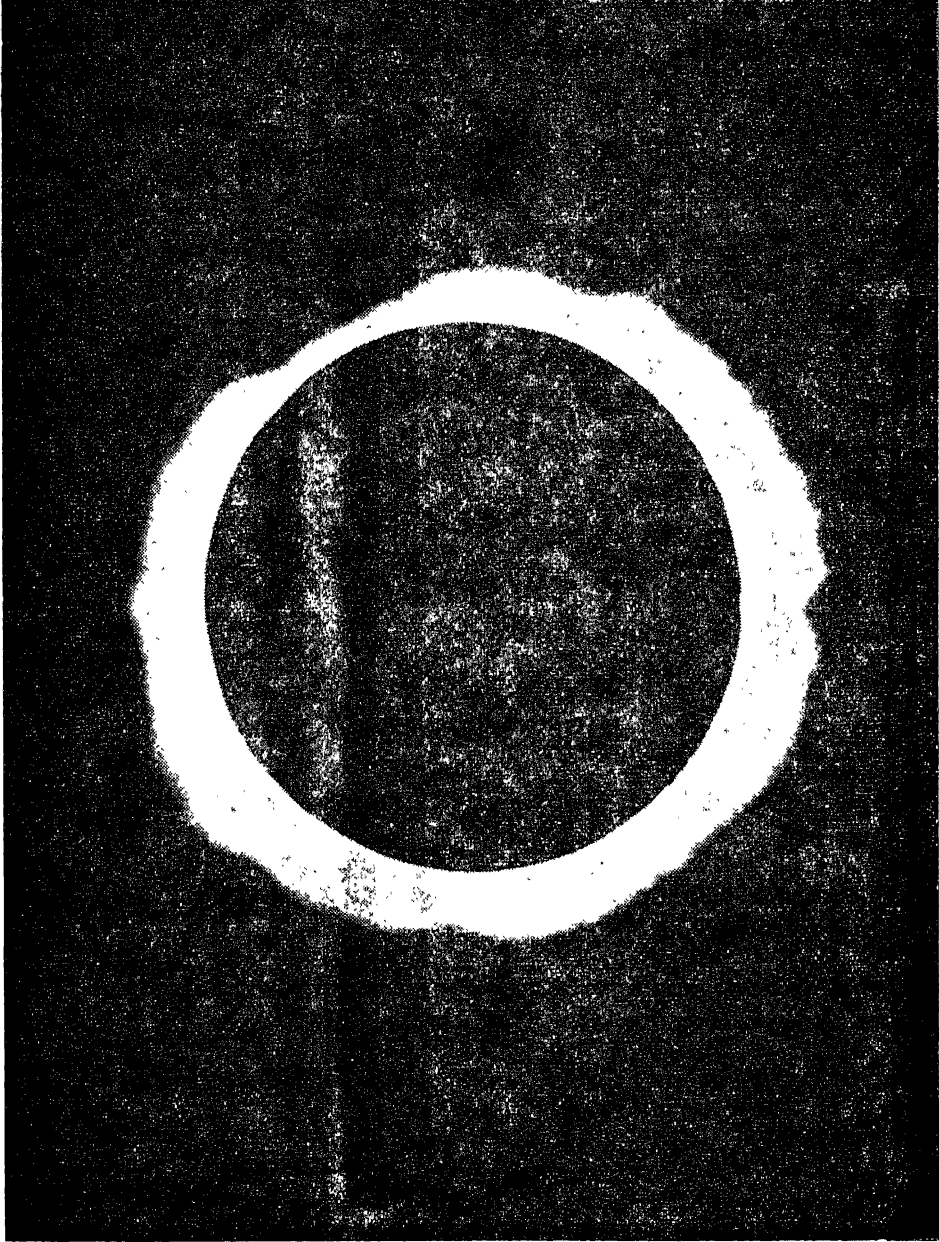
గోడపైకాని లేక తెరపైకాని పడేటట్లు చేస్తే సూర్యగ్రహణపు పట్టు విడుపుల ప్రగతిని చూడ వచ్చును.

సూర్యగ్రహణ కాలంలో సూర్య బింబం నుండి వెలువడే కాంతి వలన అపాయం కల్గుతుందని కొంత మందికి తప్పుడు అభిప్రాయం వుంది. సూర్య గ్రహణాలు ఏ విధంగా ఏర్పడుతాయో, సూర్యుడి యొక్క భౌతిక నిర్మాణము ఎట్టిదో తెలిసికొంటే సూర్యగ్రహణాలను గూర్చిన ఆపోహలు తొలగి పోతాయి. సూర్యుని ప్రకాశ గోళము (Photosphere) కాంతిని దృశ్యమాన (Visual) పరారుణ (Infra-red) కాంతికిరణ జాలం గాను, సూర్యుని చుట్టూ వున్న వాతావరణం - కరోనా, తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం (Short Wavelength) లోను రేడియో తరంగాలు (Radio waves) గాను వెదజల్లుతుంది. కరోనా ఉష్ణోగ్రత సుమారు పదిహేను లక్షల డిగ్రీలు వుండునని శాస్త్రజ్ఞుల అంచనా. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ కాలమందు సూర్యబింబాన్ని చంద్రబింబం అడ్డగించటం చేత సూర్యుని చుట్టివున్న వాతావరణం - కరోనా, మాత్రం ముత్యంరంగులో తెల్లగా ప్రకాశిస్తూ అగమిస్తుంది. ఇంతకన్న సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ కాలంలో ప్రత్యేకమైన కాంతి వుంజాలేవియు వెదజల్ల బడవు.

సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణాలను పరిశీలిస్తే మనకు సూర్యుని గూర్చిన అనేక శాస్త్ర విషయాలు తెలుస్తాయి. సూర్యుని అంటివున్న వాతావరణం - వర్ణావరణం (Chromosphere) మరియు కరోనా లను సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ సమయాల్లోనే చూడటానికి వీలవుతుంది. కనుక సంపూర్ణ సూర్య గ్రహణ సమయంలో ప్రయోగాలు చేసి సూర్యుని చుట్టూ వున్న వాతావరణానికి సంబంధించిన అనేక శాస్త్ర విషయాలను తెలుసుకోవచ్చును. గత శతాబ్దంలో వచ్చిన సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణాల వల్ల

మొత్తం పరిశీలనకు లభించిన వ్యవధి సుమారు 30 నిమిషాలు మాత్రమే కనుక సూర్యుని వాతావరణానికి సంబంధించిన శాస్త్ర విషయాలను తెలుసుకో

వాలంటే మున్నుండు వచ్చే సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణాలను పరిశీలించడం చాలా అవసరం. అంతేగాక సూర్యగ్రహణాల ప్రభావం జంతు, వృక్షాలపై ఏ



పటము. 3. సంపూర్ణ గ్రహణమునకులోనై వ సూర్యబింబమును పరివేష్టించి కవచగు కరోనా.

విధంగా వుంటుందో అనే విషయాన్ని తెలిసికొనడం చాల అవసరం.

అయితే ఇప్పటి వరకు పరిశోధనల వలన మనకు తెలిసిందేమిటి :

- i. 1851వ సం॥లో జులై 28వ తేదీన సంభవించిన గ్రహణపు పరిశోధనలో మొట్టమొదటి సారిగా కరోనా యొక్క చాయ చిత్రాన్ని తీసి పరిశీలించుట జరిగినది.
- ii. ఒక నక్షత్రం యొక్క కాంతిరేఖ సూర్యుని గురుత్వాకర్షణ వలన వక్రీభవిస్తుందని ఐన్‌స్టీన్ (Einstein) శాస్త్రజ్ఞుడు సాపేక్ష సిద్ధాంతం ద్వారా సిద్ధాంతీకరించాడు. 1919 వ సం॥లో మే నెల 29వ తేదీన సంభవించిన సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ పరిశోధనల వలన ఐన్‌స్టీన్ సిద్ధాంతాన్ని ఋజువు చేయడం జరిగింది.
- iii. 1882 వ సం॥లో మే నెల 17వ తేదీన సంభవించిన సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ

పరిశోధనల్లో ఒక కొత్త తోకచుక్కను కనుగొన్నారు.

ఇవే కాకుండా, సూర్యుని వాతావరణానికి సంబంధించిన మరెన్నో శాస్త్ర విషయాలు సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ సమయాల్లో జరిపిన ప్రయోగాల వల్ల తెలుసుకొన్నారు. ఈ శతాబ్ది ఆంతంలో భారత దేశంలో 1995వ సం॥ అక్టోబరు 24 వ తేదీన ఒకటి, 1999వ సం॥ ఆగస్టు 11వ తేదీన మరొకటి కూడ సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణాలు సంభవిస్తాయి. మరికొన్ని శాస్త్రీయ విషయాలను గ్రహించుటకు వాని పరిశీలనలు అవకాశాలను కల్పించ గలవు.

సామాన్య మానవునికి, సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ కాలంలో ప్రకృతిలో జరుగు వింతలను, తోటి మానవుల ప్రవర్తనలో కలుగ వింత మార్పులను, అందమైన కరోనా దృశ్యాన్ని చూడటంలో కలుగ ఆనందం వర్ణనాతీతం.

డా॥ పి. వి. సుబ్రహ్మణ్యం.

## BIBLIOGRAPHY

1. "Canon of Solar Eclipses" by .J Meeus, C. Grosjean and . Vanderleen; Pergamon Press, 1966.
2. "Exploration of the Universe" by George O. Abell; C B S College Publishing, The Dryden Press, 1982.
3. 'Astronomy: Fundamentals and Frontiers' by Robert Jastrow and Malcom H. Thompson; John Wiley and Sons Inc., New York, London, 1974.
4. "Astronomy" by Robert H. Baker, Van Norstrand, East Wset Press, 1965.
5. 'The Eclipse of the Sun', Contribution No. 10 of the Japal - Rangapur Observatories. by Dr. M.K. Vainu Bappu.
6. "Local Circumstances for the Total Solar Eclipse of February 16, 1980 for Indian Locations", Contribution No. 11 of the Nizamiah and Japal-Rangapur Observatories, by P. V. Subrahmanyam and S. Sreedhar Rao.

## 235. నక్షత్రములు

నిర్మల ఆకాశంలో రాత్రి సమయమున మన కంటికి ఒకేసారి సుమారు 2,500 కాంతివంతమైన నక్షత్రాలు కన్పిస్తాయని ఇదివరలో తెలిసికొని యున్నాము. ఒక సంవత్సర కాలంలో 5,000 కాంతివంతమైన నక్షత్రాలు మనకు కన్పిస్తాయి. ఈ నక్షత్రాలు ఆకాశంలో కొన్ని సమూహాలుగా ఏర్పడి ఏదైన జంతువు లేక మానవ ఆకారాన్ని సూచిస్తున్నట్లు ఉంటాయి. ఈ నక్షత్ర సమూహాల్ని "రాశులు" అని పిలుస్తారు. చాల్దియనులు, గ్రీకుల కాలం నుండి వాడుకగా వస్తున్న రాశుల పేర్లే నేడు కూడా వాడుకలో ఉన్నవి. ఆకాశంలో సూర్యుడు ప్రయాణంచేస్తున్నట్లగపడు మార్గాన్ని "రాశిచక్రము"ని "క్రాంతిపుత్రము"ని పిలుస్తారు. ఈ మార్గంలో 12 నక్షత్రరాసులు ఉన్నాయి. సూర్యుడు ఒక్కొక్క నెలలో ఒక్కొక్క రాశిలో సంచరిస్తాడు. ఇవి :

- (1) మేషం (Aries)
- (2) వృషభం (Taurus)
- (3) మిథునం (Gemini)
- (4) కర్కటకం (Cancer)
- (5) సింహం (Leo)
- (6) కన్య (Virgo)
- (7) తుల (Libra)
- (8) వృశ్చికం (Scorpio)
- (9) ధనుస్సు (Sagittarius)
- (10) మకరం (Capricorn)
- (11) కుంభం (Aquarius)
- (12) మీనం (Pisces)

ఇవి కాక సప్తర్షి మండలం, సిగ్నసు, తెసి యోడియా, వైరా, అరిగా మొదలైనవి ఉత్తరార్ధ గోళంలోను, త్రిశంకు, కరీనా, సెంటారసు, వేల

మొదలైనవి దక్షిణార్ధ గోళములోను ముఖ్యమైన నక్షత్ర రాసులు. ఈ మొత్తపు నక్షత్రమండలం కలిగిన ఆకాశాన్ని ఆధునిక కాలంలో అంతర్జాతీయ ఖగోళ సంస్థ తీర్మానాల ననుసరించి 88 నక్షత్ర రాశులుగా విభజించి వాటి వాటి సరిహద్దులను నిర్ణయించారు.

వేదకాలం నుండి హిందూసంప్రదాయంలో నక్షత్రాలకు ఎక్కువ ప్రాధాన్యము ఉంది. ఇవి రాశిచక్రం మీద కాని, దీనికి దగ్గరలో గాని ఉన్నాయి చైనీయులు, అరబ్బులు వీటిని "చంద్ర సౌధాలు" అని పిలిచే వారు. చంద్రునికి భూమి చుట్టు ఒకసారి తిరిగి వచ్చుటకు పట్టేకాలం 27.32 రోజులు. అందుచేత రాశిచక్రం వద్ద, ఆశ్విని, భరణి, కృత్తిక మొదలగు 27 నక్షత్రాలను పేర్కొన్నారు. మన పూర్వులు 27 నక్షత్రాలను పేర్కొన్నా, ఒక్కొక్క నక్షత్రం నిజానికి ఒక నక్షత్ర రాశి వంటిది. ఒక్కొక్క రాశిలో ఎన్నో నక్షత్రాలుంటాయి. వీటిలో ఎక్కువ ప్రకాశవంతమైన వాటికే పేర్లు పెట్టినారు. సూర్యోదయ సమయానికి చంద్రుడు ఏ నక్షత్రరాశిలో ఉంటాడో ఆ రోజున ఆ నక్షత్రం ఉందని మన పంచాంగాలు సూచిస్తాయి.

నక్షత్ర రాసులనే కాక, వీటిలోని ప్రకాశవంతమైన నక్షత్రాలను కూడ మనం గుర్తు పెట్టుకోవచ్చును. వీటి పేర్లు చాల వరకు గ్రీకు, అరబ్బు సాంప్రదాయాలపై ఆధారపడి ఉన్నాయి. కొన్నిటికి హిందూ పేర్లు కూడ ఉన్నాయి. ఉదాహరణకు : వ్యాధ నక్షత్రం (Sirius), అగస్త్య (Canopus), ధృవ (Pole star), శ్రవణం (Altair), రోహిణి (Aldebaram) అర్ధ (Betelgure) మొదలైనవి.

నవి. అన్ని నక్షత్రాలకు పేర్లు పెట్టడం ఆసాధ్యం కనుక వీనిని గుర్తు పెట్టుకొనే మార్గాలు చాల ఉన్నాయి. వీటిలో కొన్నిటిని ఇప్పుడు పరిశీలిద్దాం.

బేయరు (Bayer) అను నాతడు మొట్ట మొదటగా నక్షత్రాలకు ఒక పద్ధతిలో పేర్లు పెట్టి నాడు. 1603 సం॥లో ఈతడు “యురానో మెట్రియా” (Urano metria) అనే నక్షత్రాల కేటాగును తయారు చేసినాడు. దీనిలో నక్షత్రాలకు అవి ఉన్న రాశిని బట్టి పేర్లు పెట్టడం జరిగింది. రాశిలో అత్యంత కాంతివంతమైన నక్షత్రాన్ని ఆల్ఫా ( $\alpha$ ) అని, రెండవ కాంతి వంతమైన నక్షత్రాన్ని బీటా ( $\beta$ ) అని, తరువాత గామా ( $\gamma$ ) అని, ఇలాగే పేర్లు పెట్టినారు. ఉదాహరణకు వైరా రాశిలోని అత్యంత కాంతి వంతమైన నక్షత్రం ( $\alpha$ ) వైరా, రెండవది  $\beta$  వైరా కలాగే మిగిలినవి. ఒక రాశిలోని నక్షత్రాలన్ని సుమారు ఒకే ప్రకాశవంతంగా ఉంటే, ఆ రాశి ఏ జంతువును లేక మానవాకారాన్ని పోలి ఉంటుందో దాని తల వద్ద నున్న నక్షత్రాలకు ముందు పేరు పెట్టి, చివరకు పాదం వద్దకు చేరుకుంటారు. సప్తర్షి మండలంలోని నక్షత్రాలకు ఇలాగే పేర్లు పెట్టినారు.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  -- మొదలైన గ్రీకు అక్షరాలు 24 మాత్రమే, ఉన్నాయి. అందు చేత బేయరు పద్ధతిలో పేర్లు పెట్టడానికి రాశిలో 24కన్న హెచ్చు-నక్షత్రాలు ఉన్నప్పుడు వీలుపడదు. అందుచే 1729 సం॥లో ఫ్లెమ్ స్టీడు (Flamsteed) అను నాతడు మఱియొక పద్ధతిలో నక్షత్రాలకు పేర్లు పెట్టి ఒక కేటాగును హిస్టోరియా నెలెస్టెస్ (Historia Celestis) అను పేరున ప్రకటించాడు. రాశిలోని పడమటి కొననుండి తూర్పుకొన వరకు గల నక్షత్రాలను 1, 2, 3... అని సంఖ్యలతో పిలుస్తారు. ప్రస్తుతం పై రెండు పద్ధతులు అమలులో ఉన్నాయి. సీరియసు నక్షత్రాన్ని  $\alpha$  కేసిన్ మేజరు అని  $\theta$  కేసిన్ మేజరు అని పిలుస్తారు.

పైన పేర్కొనిన కేటాగులలో కంటికి కన్పడే నక్షత్రాలకు మాత్రమే పేర్లు పెట్టబడ్డాయి. వీటి కన్న కాంతిహీనమైన నక్షత్రాలు దూరదర్శినిలో అనేకం కన్పిస్తాయి. ఆధునిక కాలంలో తయారైన నక్షత్రాలలోని ఈ నక్షత్రపు సంఖ్యతో ఆ యా కాంతిహీన నక్షత్రాల్ని పిలుస్తారు. ఉదాహరణకు HD 47129 అనునది హేన్రీ డ్రాపరు కేటాగు లోని 47129 వ నక్షత్రం. ఈ కేటలాగులో 400,000 నక్షత్రాలు సమోదు చేయబడ్డాయి. ఇంకా BD కేటలాగు, బాస్ కేటలాగు, ఫండ మెంటలు కేటలాగు మొదలైనవి అనేకం ఉన్నాయి. ఈ కేటలాగులన్నిటిలోను సమోదుకాని అతిహీన కాంతి నక్షత్రాలు ఇంకా పెక్కులున్నాయి. ఆకాశంలో వీటి ఉనికిని బట్టి మాత్రమే ఈ నక్షత్రాలను గుర్తు పెట్టుకోవడం సావ్యం అవుతుంది.

నక్షత్రాల ప్రకాశం వాటిని గుర్తు పెట్టుకోవడానికే కాకుండా అనేక ఇతర విధాల కూడ ఉపయోగ పడుతుంది. నక్షత్రాల ప్రకాశాన్ని ఖగోళ శాస్త్ర పరిభాషలో కాంతిపరిమాణం (Magnitude) అని పిలుస్తారు. ఇది సుమారు 2000 సం॥ నుండి వాడుకలో నున్న పరిభాష. కంటికి కన్పడే నక్షత్రాలన్నిటిని వాటి ప్రకాశాల్ని బట్టి 6 భాగాలుగా చేశారు. అత్యంత కాంతివంతమైన నక్షత్రాలన్ని ఒకటవ కాంతి పరిమాణము గాను, కంటికి కన్పించి కన్పించకుండా ఉన్నవాటిని 6 వ కాంతి పరిమాణముగాను విభజించారు. మిగిలిన నక్షత్రాలు 2, 3, 4, 5 కాంతిపరిమాణ విభాగాలకు చెందుతాయి. నక్షత్ర ప్రకాశం తగ్గితే వాటి కాంతి పరిమాణాన్ని తెలిపే అంకె విలువ హెచ్చుతుంది. ఒకటవ ఆరవ కాంతి పరిమాణ నక్షత్రాల ప్రకాశం నిష్పత్తి సుమారుగా 100 ఉంటుంది. ఒక కాంతి పరిమాణం లేదా ఉన్న నక్షత్రాల ప్రకాశం నిష్పత్తి 2.512. దీనినే ప్రస్తుతం కాంతి పరిమాణానికి నిర్వచనంగా వాడుతున్నారు.

కాంతిపరిమాణాన్ని కచ్చితంగా కొలవడం నేర్చుకొన్నాక పూర్వంలో ఒకటవ కాంతి పరిమాణంగా నిర్ణయించిన నక్షత్రాలు అన్ని ఒకే ప్రకాశాన్ని కలిగివున్నవి కన్పిస్తాయి. అందుచేత వాటిలో కొన్ని సున్నా కాంతిపరిమాణంగాను, మరికొన్ని ఋణ గుర్తులు కలిగివున్నవిగాను, నిర్ణయించబడ్డాయి. దూరదర్శినిలో చూస్తే 6 వ కాంతి పరిమాణం కన్న హీనకాంతి నక్షత్రాలు కన్పిస్తాయి. ఈ నక్షత్రాల్ని 6 కన్న హెచ్చు

అంతెంతో చూపవలసిన అవసరం కల్గింది. 6 వ కాంతి పరిమాణ నక్షత్రం కన్న 2 512 రెట్లు తక్కువ ప్రకాశం కలిగిన నక్షత్రాల కాంతి పరిమాణం 7 గా ఉంటుంది. ఇలాగే మిగిలిన అంతెంత. అమెరికాలోకెల్ల పెద్దదయిన 200 - అంగుళాల దూరదర్శిని 22 వ కాంతి పరిమాణ నక్షత్రాలను చూపిస్తుంది. పూర్ణాంకాలే కాక భిన్న రూపంలో కూడా కాంతి పరిమాణాల్ని సూచిస్తారు. ఉదాహరణకు,

### 1 వ పట్టిక

ఖగోళ మూర్తి	కాంతి పరిమాణం	ప్రకాశం
సూర్యుడు	- 26.0	25,000,000,000
శుక్రుడు	- 4.0	40
గురుడు	- 2.0	6
వ్యాధ	- 1.48	4
అగస్త్య	- 0.77	2
స్వాతి	+ 0.08	1
చిత్ర	+ 1.08	0.4
ధ్రువ	+ 2.10	0.16
అత్యంత కాంతిహీన నక్షత్రం	+ 22.0	0.000,000,0016

ఈ పట్టిక నుండి కాంతిపరిమాణపు అంతెంత పెరిగితే వాటి ప్రకాశం తగ్గుచున్నట్లు కన్పిస్తున్నది. అత్యంత ప్రకాశ వంతమైన నక్షత్రానికి అత్యంత హీన కాంతి నక్షత్రానికి గల ప్రకాశాల నిష్పత్తి  $1.6 \times 10^{19}$ .

ఆకాశంలోని నక్షత్రాలన్నీ ఒకే రంగులో కన్పిడవు. వీగ, చిత్ర నక్షత్రాలు ఆకాశపు రంగు (Blue) గను, వ్యాధ నక్షత్రం తెల్లగాను,

కేపెల్లా, సూర్యుడు పసుపు రంగుగను, ఆర్క్టూరోహెజీ, ఎరుపుగను, ఉన్నాయి. ఉజ్జాయింపుగా చెప్పే ఈ రంగులు శాస్త్రీయ పరిశోధనలకు సరిపోవు. అందుచే వర్ణ సూచిక (Colour Index) అను అంతెను ఉపయోగిస్తారు. మనకంటికి పసుపు రంగు బాగా అనుచుంది. కనుక పసుపు అద్దంతో నక్షత్రాన్ని చూచినప్పుడు దానికి ఉండే ప్రకాశాన్ని దృశ్య కాంతిపరిమాణము (Visual magnitude)

అని పిలుస్తారు. దీనిని గా గుర్తించవచ్చును. ఇలాగే ఫోటోగ్రాఫిక్ స్టేటు ఆకాశపు రంగును (Blue) గాఢంగా ముద్రిస్తుంది. ఇందుచేత ఫోటోగ్రాఫిక్ స్టేటుపై కనిపించిన నక్షత్ర ప్రకాశాన్ని ఛాయాగ్రహణ కాంతిపరిమాణము (Photograph magnitude) mb గా గుర్తిస్తారు. ఒక నక్షత్రపు mb, mv లకు గల వ్యత్యాసము (mb-mv)ను ఆ నక్షత్రపు వర్ణసూచికగా వాడతారు. ఆకాశపు రంగు నక్షత్రం ఫోటోగ్రాఫ్ స్టేటుపై ఎక్కువ కాంతివంతంగాను, పసుపు అద్దంలో తక్కువ కాంతితోను కన్పిస్తుంది. అందుచేత దాని వర్ణసూచిక ఋణ గుర్తుతో ఉంటుంది. యిలాగే ఎరుపు నక్షత్ర వర్ణసూచిక ధనగుర్తుతో ఉంటుంది. ఉదాహరణకు.

## 2 వ పట్టిక

నక్షత్రం	వర్ణసూచిక (mb - mv)
చిత్ర	- 0.85
వ్యాధ (Sirius)	- 0.15
కేపెల్లా (Capelle)	+ 0.74
ఆర్థ్య (Betelgeure)	+ 1.74

ఇంతవరకు నక్షత్రం మనకు కనపడే ప్రకాశాన్ని గూర్చి చర్చించినాము. ఈ ప్రకాశాన్ని అభివ్యక్త ప్రకాశము లేక అభివ్యక్త కాంతిపరిమాణము (Apparent magnitude) అని అంటారు. ఒక నక్షత్రం అత్యంత కాంతివంతంగా కనపడదానికి రెండు కారణాలు ఉండవచ్చును. అవి :-

(1) నక్షత్రం స్వతహాగా ఎక్కువ కాంతి కలది కావడం.

(2) నక్షత్రం మనకు అతి దగ్గరలో ఉండడం.

సూర్యుడు మిగిలిన నక్షత్రాలకన్న ప్రకాశవంతంగా కనపడదానికి కారణం అది మిగిలిన

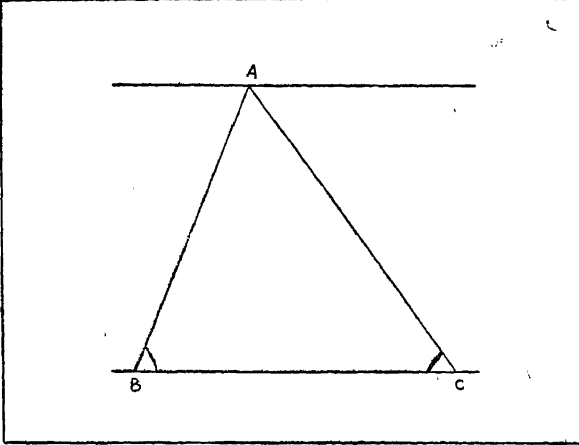
నక్షత్రాల కన్న మనకు అత్యంత సమీపంలో ఉండడమే. నిజానికి సూర్యుడు అనేక ఇతర నక్షత్రాలకన్న స్వతహాగా చాల తక్కువ ప్రకాశం కల్గి ఉన్నాడు. అన్ని నక్షత్రాల ప్రకాశాల్ని ఒకే ప్రమాణదూరం నుండి పోల్చి చూస్తే వాటి వాటి యథార్థ ప్రకాశాల విషయం తెలిసి పోతుంది. ప్రమాణ దూరంలో నక్షత్రానికి ఉండగల ప్రకాశాన్ని “యథార్థ కాంతిపరిమాణం” అని (Absolute magnitude) పిలుస్తారు.

నక్షత్రాల యథార్థ కాంతిపరిమాణం తెలుసుకోడానికి, వాటి దూరం తెలియడం ముఖ్యం. అందుచేత నక్షత్రాల దూరాల్ని కొలిచే పద్ధతుల్ని గూర్చి తెలిసికొందాము.

భూమి సూర్యుని చుట్టూ వృత్తాకార కక్ష్యలో తిరుగుతోంది. సూర్య కుటుంబంలోని గ్రహాల దూరాలు, అవి సూర్యుని ఒకసారి చుట్టి వచ్చుటకు తీసుకొనే కాలం, తెలిసిన తరువాత కెప్లరు సూత్రాన్ని ఉపయోగించి భూమి నుండి సూర్యునకు గల దూరాన్ని కనుగొనటం తేలిక. సూర్యునకు భూమికి మధ్యగల సగటు దూరం  $1.5 \times 10^8$  కి. మీ. అత్యంత వేగంగా పోయే కాంతికిరణాలు ( $3 \times 10^{10}$  సెం. మీ / సెకనునకు) సూర్యుని నుండి భూమిని చేరటానికి సుమారు 8 నిమిషాలు తీసుకొంటాయి. భూ-సూర్యుల మధ్య దూరాన్ని అంటే  $1.5 \times 10^8$  కి. మీ. దూరాన్ని-ఖగోళ శాస్త్ర పరిభాషలో “అస్ట్రానమికల్ యూనిట్” అని అంటారు. ఈ దూరాన్ని ఖగోళంలోని ఇతర దూరాల్ని తెలపడానికి “ప్రామాణికపు కొలబద్ద”గా వాడుతారు.

భూమి మీది దూరాల్ని కొలవడానికి సర్వేయరు ఉపయోగించే పద్ధతులనే ఆకాశంలో నక్షత్రాల దూరాల్ని కొలవడానికి ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు ఉపయోగిస్తాడు. ఇదే “ట్రయాంగులేషను” (Triangulation) పద్ధతి. (చూ: పటము 1.)

ఒక నదికి ఈవలి గట్టున ఉన్న B అను నాతడు నదిని దాటకుండ దాని వెడల్పును కొలవా అంటే ఏమి చేయాలి? అవలి గట్టుమీద A అను గుర్తు, చెట్టుకాని, చెలిపోను స్తంభంకాని ఉందను

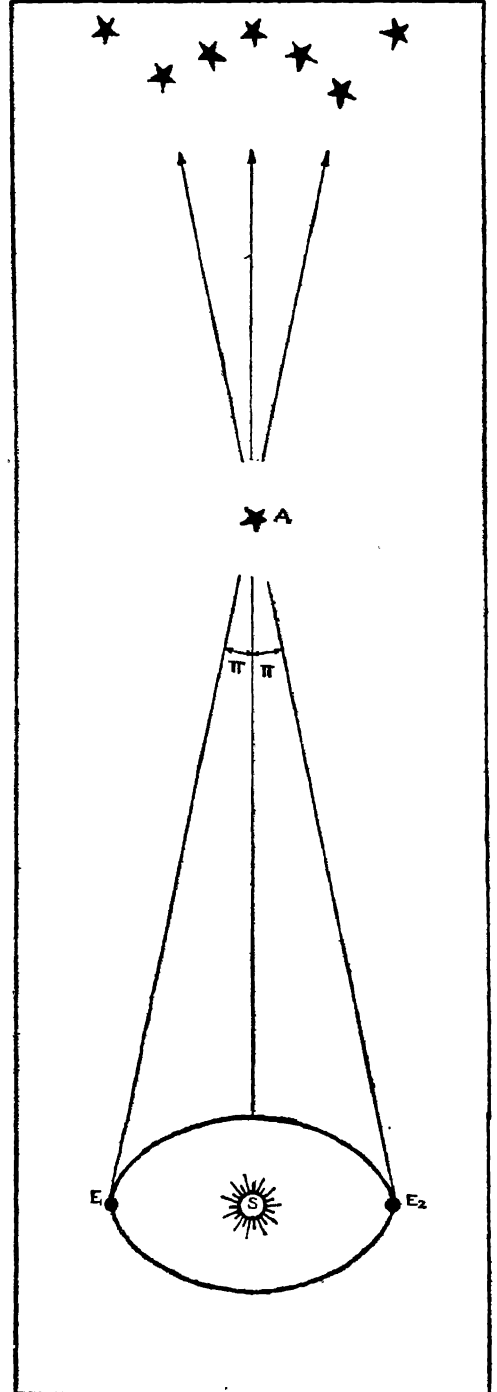


పటము. 1 బ్రయాంగులేషన్ పద్ధతి

కోండి. ఇవతలి ఒడ్డు మీద కొంత దూరములో C అను గుర్తు పెట్టుకోవాలి B. C దూరం కొలువ వచ్చును. దీనిని పీఠరేఖ అని అంటారు. BCA CBA కోణాలు కొలవాలి. ఒక కాగితముపై BC లను స్కేలుతో గీసి BCA, CBA కోణాల్ని గీస్తే A వస్తుంది. స్కేలును బట్టి AC, AB ల దూరాల్ని సులభముగా కనుగొనవచ్చును.

భూమి సూర్యుని చుట్టూ తిరుగుచున్న కక్ష్య యొక్క వ్యాసాన్ని, నక్షత్రముల దూరాలను కను గొనడానికి, పీఠరేఖగా వాడుతారు. (చూ:పటము 2.)

భూమి తన కక్ష్యలో  $E_1$ ,  $E_2$ ల వద్ద నున్నప్పుడు, దగ్గరలో నున్న A నక్షత్రపు దునికి ఇంకను దూరముగా ఉన్న ఇతర నక్షత్రముల ఉనికితో పోల్చి చూస్తే మారినట్లు కలిపిస్తుంది. దీనినే నక్షత్రము యొక్క “పారలాక్టిక్ చలనం” (Parallactic motion) అని అంటారు  $E_1AE_2$  కోణంలో సగాన్ని ఆ నక్షత్రం యొక్క “పారలాక్సు” అని అంటారు. దీనిని ‘పై’ ( $\pi$ ) అనే గ్రీకు అక్షరముతో సూచిస్తారు. ఇందులో పీఠరేఖ అయిన  $E_1SE_2$  పొడవు రెండు ఆస్ట్రోనామికల్ యూనిట్లు.



పటము 2. పారలాక్టిక్ చలనము సాయమున భూమి నుండి నక్షత్రపు దూరమును కొలుచు విధానము



నక్షత్ర దూరము పొచ్చిన కొలది, దాని పారలాక్సు తగ్గుతుందని తెలిసికోవచ్చును. సూర్యునికి దగ్గరలోనున్న నక్షత్రం  $\gamma$  సెంటారి యొక్క పారలాక్సు 0.76 సెకెండ్లు (చాపకోణం) ఉంది. ఇది 271400 అస్ట్రోనామికలు యూనిట్లకు సమానం. మిగిలిన నక్షత్రాల దూరం ఇంకను పొచ్చుగా ఉండి, వాటి పారలాక్సు చాల తక్కువగా ఉంటుంది. పారలాక్సుల కొలతవల్ల భూమి సూర్యుని చుట్టూ తిరుగుతూఉందనే విషయం ఋజువు అవడమేకాక, భూమినుండి నక్షత్రాలు నెలకొనిన ఆపారమైన దూరాలు తెలిసివచ్చేయి. అమెరికాలోని యేలు (Yale) విశ్వద్యాలయపు వేదశాలవారు, ఇంతవరకు 5వేల నక్షత్రాల పారలాక్సులను కొలిచి కేటలాగుగా ప్రకటించారు.

దూరం పొచ్చినకొలది, పారలాక్సు  $\pi$  తగ్గుతుంది కనుక  $\frac{1}{\pi}$  ను నక్షత్రాల దూరాలను చూపే కొలత ప్రమాణంగా వాడతారు. పారలాక్సు,  $\pi$ , ఒక సెకను (చాప కోణం) ఉండే నక్షత్ర దూరం ఒక "పారుసెక్కు" (Parsec) ఉందని అంటారు. నక్షత్ర పారలాక్సు 0.5 సెకను (చాపకోణం) ఉండే దూరం 2 పారుసెక్కులు, 0.10 సెకను ఉండే 10 పారుసెక్కులు ఉంటుంది. ఒక పారుసెక్కు 2,06,285 అస్ట్రోనామికల్ యూనిట్లు లేక  $3.08 \times 10^{13}$  కి.మీ.కు సమానం.  $\alpha$  సెంటారసు దూరం 1.33 పారుసెక్కులు, సిరియస్ దూరం 2.6 పారుసెక్కులు.

$\alpha$ - సెంటారి నుండి కాంతి, భూమిని చేరాలంటే సుమారు 4.3 సంవత్సరాలు పడుతుంది. అంచేత  $\alpha$  - సెంటారి దూరం 4.3 కాంతి సంవత్సరములు అని చెప్పవచ్చును. ఒక కాంతి సంవత్సరం 83,000 అస్ట్రోనామికల్ యూనిట్లకుగాని  $9.5 \times 10^{12}$  కి. మీ.లకు కాని సమానం. కృత్రిక నక్షత్ర పుంజముయొక్క దూరం 425 కాంతి

సంవత్సరాలు. అలాగే M 13 అనే గోళాకార పుంజముయొక్క దూరం 22 వేల కాంతి సంవత్సరాలు. సూర్యునితోపాటు నూరు బిలియన్ల నక్షత్రాల్ని కల్గియున్న పాలపుంత వ్యాసం 100 వేల కాంతి సంవత్సరాలు. పాలపుంతయొక్క కేంద్రం-ధనుస్సు రాశిలో సూర్యునికి 32 వేల ఆరువందల కాంతి సంవత్సరాల దూరంలో ఉంది పాలపుంతకు అతి దగ్గరలోనున్న వీండ్రోమెడా జ్యోతిర్విశ్వపు దూరం 2.2 మిలియను కాంతి సంవత్సరాలు.

నక్షత్ర దూరం తెలిస్తే దాని యథార్థ కాంతి పరిమాణం కొలవడం తేలిక అవుతుంది. ఒక నక్షత్రం 10 పారుసెక్కుల దూరంలో ఉన్నప్పుడు 'దానికుండే ప్రకాశాన్ని "యథార్థ కాంతిపరిమాణం" (Absolute magnitude) అని అంటారు. నక్షత్రం యొక్క దూరం మారితే, దాని కాంతిపరిమాణం దూరానికి చిత్రిమ వర్గంలో మారుతుంది. నక్షత్రం యొక్క అసలు దూరం, దాని అభివ్యక్త కాంతిపరిమాణం తెలిస్తే, ఇదే నక్షత్రం పది పారుసెక్కుల దూరంలో ఉండి ఉండే, ఎంత కాంతిపరిమాణం కలిగి ఉండగలదో కనుగొనడం తేలిక. 2.7 పారుసెక్కుల దూరంలో ఉన్న సిరియసును 10 పారుసెక్కుల దూరానికి తీసుకొనివెడితే, దాని కాంతిపరిమాణం,  $(\frac{10}{2.7})^2$  అంటే సుమారు 14 వ వంతుకు తగ్గిపోతుంది. 2.7 పారుసెక్కుల దూరంలో - 1.4 దృశ్యకాంతి పరిమాణాన్ని కలిగియున్న సిరియసు, 10 పారుసెక్కుల దూరంలో +1.5 దృశ్య కాంతిపరిమాణాన్ని కలిగి ఉంటుంది. సూర్యుడు 10 పారుసెక్కుల దూరంలో ఉండే, దాని దృశ్యకాంతి పరిమాణం +5 ఉంటుంది. అంటే కంటికి హీన కాంతితో కన్పడుతుందన్న మాట. 10 పారుసెక్కుల దూరంలో నక్షత్రానికి ఉండే దృశ్యకాంతి పరిమాణాన్ని "యథార్థ దృశ్య కాంతి పరిమాణము" (Absolute Visual Magnitude) అని పిలు

స్తారు. మృగరాశిలోని రిగలు నక్షత్రం యొక్క యథార్థ దృశ్య కాంతి పరిమాణము-7. అంటే ఇది సూర్యుని కన్న 60 వేల రెట్లు ప్రకాశవంతంగా ఉందన్నమాట. మనకు తెలిసిన అతి హీనకాంతి నక్షత్రపు యథార్థ కాంతి పరిమాణము +19. దీని ప్రకాశం సూర్యుని ప్రకాశంలో 4 లక్షల వంతు మాత్రమే !

తెల్లని సూర్యకాంతిని గాఢ పట్టకము ద్వారా పంపితే అది ఏడు రంగులుగా విడిపోయి కనబడుతుందని న్యూటను కనుగొన్న సంగతి మన కందరకు తెలియును. దీనినే “కాంతి విక్షేపణము” (Dispersion of Light) అని అంటారు. ఈ 7 రంగులను సౌర వర్ణమాల అని అంటారు. ముఖ్యంగా ఏడురంగులే కన్పడ్డా ఒక రంగు మీద మరో రంగుపడి, పరస్పర వ్యాపకం వల్ల అనేక రంగుల మిశ్రమంగా కన్పిస్తుంది. ఇందుచే దీనిని అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాల అని కూడా అంటారు. ఇది ఊదారంగు, ఎరుపురంగులకు రెండు ప్రక్కలా విస్తరించి ఉంటుంది. ఊదారంగుకు ఒక ప్రక్క నీలం కిరణాలు ఉండగా, రెండవ ప్రక్క అతి నీల లోహిత కిరణాలు, X-కిరణాలు  $\gamma$ -కిరణాలు ఉన్నాయి. ఇలాగే ఎరుపు రంగుకు ఒక ప్రక్క నారింజరంగు కాంతి ఉండగా, రెండవ ప్రక్క పరాద్రవ కిరణాలు, రాడారు, రేడియో కిరణాలు ఉన్నాయి.

సౌరవర్ణమాలను ప్రాను హోఫారు (Fraunhofer) శాస్త్రజ్ఞుడు నిశితంగా పరిశీలించినాడు. అవిచ్ఛిన్న సౌర వర్ణమాలలో ఇతడు ఆక్కడక్కడ నల్లని రేఖలను కనుగొన్నాడు. వీనిని ఆతని పేరున ప్రానుహోఫారు రేఖలు అని అంటారు. ఇతడే నక్షత్ర వర్ణమాలలోకూడ నల్లని రేఖలు ఉన్నట్లు కనుగొన్నాడు. వస్తువుల వర్ణమాల గూర్చి కిర్కాఫ్ (Kirchoff) కనుగొన్న ధర్మాల నుండి నక్షత్ర వర్ణమాలను అర్థం చేసుకోవచ్చు.

## కిర్కాఫ్ ధర్మాలు

1. చాల హెచ్చు ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఏదైన మన పదార్థంకాని, ద్రవ పదార్థంగాని, హెచ్చు సాంద్రత కల్గిన వాయు పదార్థం కాని తెల్లని కాంతిని ప్రసరిస్తుంది. దీని వర్ణమాల అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాలగా ఉంటుంది. ఎలక్ట్రిక్ బల్బు నుండి వస్తున్న కాంతి మొక్క వర్ణమాల అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాల.

2. హెచ్చు ఉష్ణోగ్రత వద్ద, స్వల్ప వీడనంతో ఉండే వాయువులు ఉద్గార రేఖ వర్ణమాలను ఇస్తాయి. దీనిలో వివిధ వర్ణాల రేఖలు ఉంటాయి. సోడియం ఆవిరినుండి వచ్చే వర్ణమాలలో పసుపు పచ్చని రేఖలు రెండు కనిపిస్తాయి. వీనిని  $D_1$ ,  $D_2$  రేఖలని పిలుస్తారు. ఇవి సోడియమునకు ముఖ్యమైన గుర్తు. ఇట్లే వివిధ వాయువుల ఆవిరులు వివిధ రేఖా వర్ణపటాలను ఇస్తాయి. ఏ రెండు మూల ద్రవ్యాలకు ఒకేవిధమైన రేఖా వర్ణపటం ఉండదు. అందుచేత ప్రతి మూలద్రవ్యానికి, దాని స్వాభావిక మైన, రేఖా వర్ణపటం ఉంటుందని చెప్పవచ్చును. ఏదైన రేఖా వర్ణపటాన్ని చూచి అది ఏమూల పదార్థంనుండి వచ్చిందో చెప్పవచ్చును.

3. హెచ్చు ఉష్ణతగల పదార్థంనుండి వెలువడుచున్న కాంతిని చల్లటి వాయువుగుండా పంపి పరిశీలిస్తే, శోషణ వర్ణమాల ఏర్పడుతుంది. ఈ వర్ణమాలలో నల్లని రేఖలున్న అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాల కన్పడుతుంది. ఒక పదార్థం అత్యధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఇచ్చే ఉద్గార వర్ణమాలలోని రంగులను, అదే పదార్థం స్వల్ప ఉష్ణోగ్రతవద్ద శోషణ చేస్తుంది. శోషణ వర్ణమాలను చూచి కూడ అది ఏ మూల పదార్థంనుండి వచ్చిందో గుర్తించవచ్చును.

నక్షత్రాలన్నీ మండుతున్న వాయు గోళాలు. వీటి యొక్క ఉపరితలాలను దీప్తావరణం (Photo - sphere) అంటారు. కిర్కాఫ్ మొదటి ధర్మాన్ననుసరించి దీప్తావరణం తెల్లని

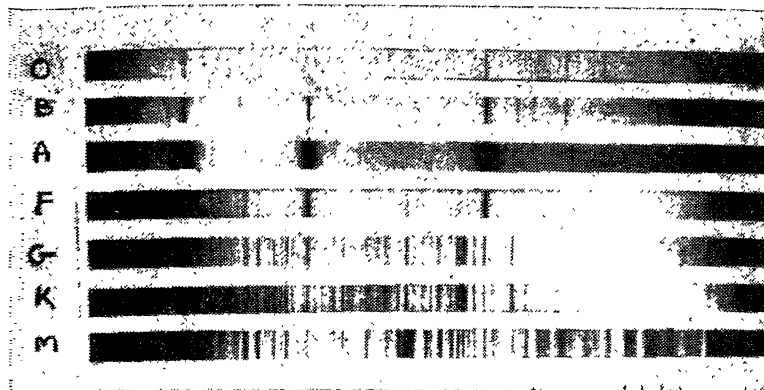
కాంతిని అంటే అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాలను కన్పిస్తోంది. మంచుచున్న వాయువులకు పై భాగంలో చల్లని గాలులున్న భాగం-రివర్సింగు లేయరు - ఉంది. తెల్లని కాంతి ఈ భాగం గుండా ప్రసారం అయి నప్పుడు కిరకాప్ మూడవ ధర్మాననుసరించి శోషణ వర్ణమాల అంటే నల్లని ప్రాసు హోఫారు రేఖలున్న వర్ణమాల ఏర్పడుతుంది శోషణ వర్ణ మాలలోని రేఖలను పరిశీలించి వాటికి కారణమైన ద్రవ్యాలను గుర్తించవచ్చును.

అన్ని నక్షత్ర వర్ణమాలలు ఒకే విధంగా లేవని ప్రాసు హోఫారు కనుగొన్నాడు తర్వాతి కాలంలో నక్షత్ర వర్ణమాలకు దాని రంగుకు సంబంధం ఉన్నదని కనుగొన్నారు. ఈ సంబంధాన్ని ఉపయోగించి హార్వర్డు వేదశాలలోని శాస్త్రజ్ఞులు నక్షత్రాలను 7 ముఖ్య వర్గాలుగా విభజించినారు. ఇవి. O, B, A, F, G, K, M, అనునవి. వాటి గుణాలను క్రింది పట్టికలో చూడవచ్చును.

### 3 వ పట్టిక

రంగు	వర్ణమాల వర్గం	వర్ణమాలలోని ముఖ్యమైన శోషణ రేఖలు	ఉష్ణోగ్రత °K	మాదిరి నక్షత్రం
ఆకాశపు రంగు	O	ఆయనీ కరణంచెందిన హీలియపు పరమాణు రేఖలు	40,000 - 28,000	రిటరియను
"	B	తటస్థ హీలియపు పరమాణు రేఖలు	2,5000 - 12,000	చిత్ర
తెలుపు	A	ఉదజని రేఖలు	11,000 - 8,000	వ్యాధ
ఆకుపచ్చ	G	తటస్థ, - ఆయనీకరణం చెందిన లోహాల రేఖలు	6,000 - 5,200	సూర్యుడు
నారింజ	K	తటస్థ లోహాల రేఖలు, అణుపట్టిక వర్ణమాల	5,000 - 4,000	స్వాతి
ఎరుపు	M	పట్టిక వర్ణమాల; ముఖ్యంగా టీటానియము మొనాక్సైడు	3,600	ఆర్డర్

నక్షత్ర వర్ణమాలలోని మార్పులకు వానిలోని పదార్థాల సంఘటనము (Composition) కారణ మని మొదట భావించినారు. కాని ఈ మార్పులకు, ముఖ్యంగా నక్షత్రముల యొక్క ఉష్ణోగ్రత, వాయు పీడనము, కారణము అని 1932 సం॥లో M. N సహా (M. N Saha) ఆను భారతీయ శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొన్నాడు. అత్యల్ప ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న అణువులు, ఉష్ణోగ్రత పెచ్చిన కొలది విడిపోయిన పరమాణువులు గాను, ఇంకను పెచ్చు ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఆయనీకృత పరమాణువులుగను, అవుతాయి. లోహాలు తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద, ఉదజని పెచ్చు ఉష్ణోగ్రత వద్ద, హీలియము ఇంకను పెచ్చు, ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఆయనీకృతము చెందుతాయి. నక్షత్రంలోని ఒక మూలపదార్థం యొక్క తటస్థ పరమాణువుల సంఖ్యకు, ఆయనీ కృతమైన పరమాణువుల సంఖ్యకు గల నిష్పత్తిని బట్టి ఆ యా నక్షత్రముల ఉష్ణోగ్రతను సహా



పటము 8. వివిధ నక్షత్ర వర్ణమాలలు

సిద్ధాంతం నుండి నిర్ణయించ వచ్చును. దీని నుండి ఆకాశపు రంగు 'O' నక్షత్రాలు 40 వేల డిగ్రీల ఉష్ణతను, ఎరుపు రంగు 'M' నక్షత్రాలు 3 వేలు-4 వేలు మధ్య ఉష్ణతను కలిగి యున్నట్లు తెలిసికో వచ్చును. వివిధ నక్షత్ర వర్ణ ఉష్ణతలను పై పట్టికలో చూడ వచ్చును.

నక్షత్ర ఉపరితల ఉష్ణోగ్రత తెలిసిన తర్వాత, వీటిలోని రసాయనిక దాతులను (Chemical compositions) తెలిసికోవడం తేలిక. రస్సెల్ (Russel) శాస్త్రజ్ఞుడు ఇట్టి పరిశోధనలలో ప్రసిద్ధుడు. ఈ పరిశోధనల వలన అన్ని నక్షత్రములు ముఖ్యంగా ఒకే పదార్థంతో నిర్మించ బడ్డాయని తేలింది. నక్షత్రాలే కాకుండా, వివిధ నక్షత్రాల మధ్యగల ప్రదేశాల్లోని వాయువు, ధూళి కణాలు కూడా అదే పదార్థంగా ఉన్నాయని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఇట్టి విశ్వ నిర్మాణ పదార్థంలో ఉదజని హెచ్చు పాళ్ళలో - అంటే 90 శాతము, హీలియము 9 శాతము, మిగిలిన అన్ని మూల పదార్థాలు కలిసి 1 శాతము ఉన్నాయి.

నక్షత్రాల పరిమాణాల్ని గూర్చి కొద్దిగా తెలిసి కొందము. సూర్య బింబపు కోణీయ వ్యాసము అర

(66)

డిగ్రీ ఉంది. సూర్యుని దూరం  $1.5 \times 10^8$  కి.మీ. అంటే సూర్యుని సరళ వ్యాసం  $1.4 \times 10^6$  కి.మీ. ఉందన్నమాట. నక్షత్రాలు అపారమైన దూరాల్లో ఉండటంచేత వాటి కోణీయ వ్యాసం ప్రత్యక్షంగా కొలువలేము. అందుచేత వాటి వ్యాసాన్ని ఇతర పద్ధతుల ద్వారా తెలిసికోవాలి.

నక్షత్రపు రంగు నుండి కాని, వర్ణమాల నుండి కాని దాని ఉష్ణోగ్రతను కనుగొన వచ్చును. నక్షత్ర ఉష్ణము, యథార్థ కాంతిపరిమాణము తెలిస్తే భౌతిక శాస్త్రంలోని స్టెఫాను-బోల్ట్జ్మన్ సూత్రాన్ని నుసరించి నక్షత్ర వ్యాసాన్ని కనుగొనవచ్చును. ఈ పద్ధతిలో కనుగొన్న సిరియసు నక్షత్ర అర్ధవ్యాసము  $18 \times 10^5$  కి. మీ. అంటే సూర్యుని వ్యాసానికంటే 108 రెట్లు ఉందన్నమాట. పెద్దవైన కొన్ని నక్షత్రాల వ్యాసాల్ని "ఆప్టికలు ఇంటర్ ఫెరొమీటరు" (Optical Interferometer) అనే పరికరంతో ప్రత్యక్షంగా కొలువవచ్చును. కాని నక్షత్రాలు అధిక భాగం చాల దూరంలో ఉండటం చేత ఈ పద్ధతిన వాటి వ్యాసాల్ని కొలవడం కష్టం. సిరియసు A-నకు సహ నక్షత్రమైన సిరియసు-B వ్యాసార్థం

$1.5 \times 10^4$  కి. మీ. అంటే భూ వ్యాసార్థం కన్న 2.5 రెట్లు మాత్రమే పెచ్చుగా నున్నది. జ్యేష్ఠా (Antaras) నక్షత్ర వ్యాసార్థం  $3.5 \times 10^8$  కి. మీ. అంటే సూర్యుని వ్యాసార్థం కన్న 500 రెట్లు పెచ్చు. మిగిలిన నక్షత్రాల వ్యాసార్థాలు పై విలువల మధ్యగా ఉంటాయి. సూర్యుడున్నంత దూరంలో మనకు జ్యేష్ఠా నక్షత్రం ఉంటే, అది కుజగ్రహ కక్ష్యను దాటి విస్తరించి యుండేది. ఇంత పెద్ద పరిమాణం కలిగి ఉండడం చేత ఇట్టి నక్షత్రాలను “బృహత్తమ తారలు” (Super Giants) అని అంటారు. సూర్యుని వంటి సామాన్య నక్షత్రాలను “వామన తారలు” (Dwarfs) అని అంటారు.

ఇక నక్షత్రముల ద్రవ్యరాశులను పరిశీలిద్దాం. సూర్యునకు-భూమికి మధ్యగల ఆకర్షణ శక్తిని బట్టి సూర్యుని ద్రవ్యరాశిని కనుక్కువచ్చును. ఇది  $2 \times 10^{33}$  గ్రాములు. ఇతర నక్షత్రముల ద్రవ్యరాశులను వాటి మధ్యగల గురుత్వాకర్షణ శక్తి నుండి కనుక్కువచ్చును. నక్షత్రాల మధ్య దూరాలు ఆపారం అవడం చేత ఈ శక్తి అత్యల్పంగా ఉంటుంది. గురుగ్రహానికి సూర్యునకు మధ్యగల గురుత్వాకర్షణ శక్తి, సూర్యునకు అతి దగ్గరలో నున్న  $\alpha$  సెంటారి నక్షత్రానికి మధ్యగల గురుత్వాకర్షణ శక్తికి 150వెల రెట్లు పెచ్చు. కొన్ని కొన్ని నక్షత్రాలు ఒక దాని చుట్టు మరొకటి తిరుగుచు నక్షత్ర యుగళము లేక జంట తారలుగా పిలువబడుచున్నాయి. ఈ నక్షత్రాలు తమ సామాన్య గురుత్వ కేంద్రం చుట్టూ వృత్తాకారపు లేక అంధ వృత్తాకారపు కక్ష్యలో తిరుగుతూ ఉంటాయి. జంట తారల మధ్యనున్న గురుత్వాకర్షణ శక్తి నువయోగించి వాటి ద్రవ్యరాశులను కనుగొనవచ్చును.

జంటతార అయిన సిరియసులో కొంత వంత మైన సిరియసు-A నక్షత్రం సూర్యుని కన్న 2.35

రెట్లు పెచ్చు ద్రవ్యరాశిని కల్గి ఉంది. ఈ జంట లోని రెండవదగు సిరియసు-B నక్షత్రం యొక్క ద్రవ్యరాశి సూర్యుని ద్రవ్యరాశికి సమానంగా ఉంది. ‘M’ నక్షత్ర వర్గపు ఎరుపు నక్షత్రాలు సూర్యుని ద్రవ్యరాశిలో పదవవంతు ద్రవ్యరాశిని, ఆకాశపు రంగు ‘O’ వర్గ నక్షత్రాలు సూర్యుని ద్రవ్యరాశికి 50 రెట్లు ద్రవ్యరాశిని కలిగి ఉన్నాయి. మిగిలిన నక్షత్రాల ద్రవ్యరాశులు పై విలువలకు మధ్యగా ఉంటాయి.

నక్షత్ర ద్రవ్యరాశిని, దాని మన పరిమాణంచే భాగిస్తే, నక్షత్రపు సగటు సాంద్రత వస్తుంది. సూర్యుని సాంద్రత, నీటి సాంద్రతకు, 1.4 రెట్లు ఉంది. బృహత్తమ తారలగు జ్యేష్ఠ వంటి నక్షత్రముల సాంద్రత మన వాతావరణ సాంద్రతలో చూపువేల వంతు మాత్రమే ఉంటుంది. సిరియసు - B సాంద్రత భూమిమీది ఆత్యధిక సాంద్రత కలిగిన మూలకమగు ప్లాటినముకన్న 5 వేలరెట్లు పెచ్చుగా ఉంటుంది. ఇట్టి సాంద్రతలను కలిగిన నక్షత్రాలను “శ్వేత వామనతారలు” (White Dwarfs) అని అంటారు. ఈ నక్షత్రం మీద ఒక అగ్గిపెద్దెడు పదార్థం భూమి మీద ఒక టన్ను బరువు ఉంటుంది.

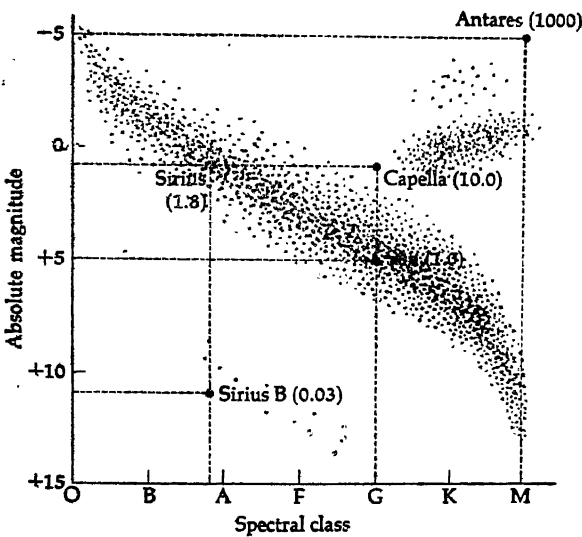
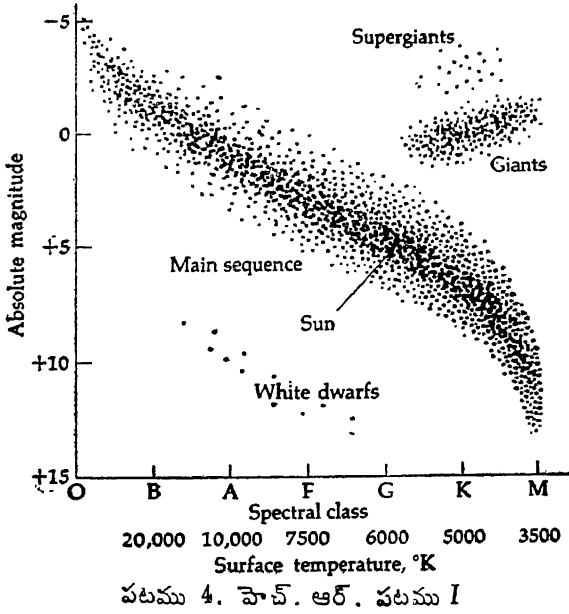
సూర్యునకు దగ్గరలోనున్న నక్షత్రాలను పరిశీలిస్తే క్రింది విషయాలు గోచరిస్తాయి. అవి :

A. (1) అధిక ఉష్ణోగ్రత కలిగిన నక్షత్రముల యధార్థ కాంతిపరిమాణం తక్కువఉష్ణోగ్రత కలిగిన నక్షత్రముల యధార్థ కాంతిపరిమాణం కన్న పెచ్చుగా ఉంటుంది.

(2) ‘O’ వర్ణమాల వర్గపు నక్షత్రముల సంఖ్య కన్న ‘M’ వర్ణమాల వర్గపు నక్షత్రముల సంఖ్య పెచ్చుగా ఉంది.

పై విషయాల్ని ఎదుటిపుటలోని పటములలో చూచి తెలుసుకోవచ్చును.

హెర్ట్జ్-స్ప్రంగ్ - రస్సెల్ (Hertz-Sprung and Russel) అను ఇద్దరు శాస్త్రజ్ఞులు ఈ పటాం ప్రాముఖ్యతను గుర్తించినారు. అందుచేత ఈ పటాన్ని సమష్టి హెర్ట్జ్-స్ప్రంగ్-రస్సెల్ పటము అని వారి పేరున పిలుస్తారు. 4 వ పటంలో ఎడమ



ప్రక్క పైనుండి, కుడి ప్రక్క క్రింద వరకు ఒక నిర్ణీతమైన వరుస క్రమంలో చాల నక్షత్రాలు కన్పడతాయి. ఈ వరుస క్రమాన్ని "వామన తారలశ్రేణి (Main Sequence) అని పిలుస్తారు. 5వ పటంలో ఎడమ ప్రక్క క్రిందుగా కొన్ని నక్షత్రాలు కన్పడతాయి. వీటిని "శ్వేత వామన తారలు" (White Dwarfs) అని అంటారు. సిరియస్-B వలె ఈ నక్షత్రాలు చిన్నగా ఉండి హెచ్చు సాంద్రతను కల్గిఉంటాయి. 4 వ పటంలో కుడివైపు పై భాగంలో కన్పడే నక్షత్రాలు పరిమాణంలో చాల పెద్దగా ఉంటాయి. వీటిని బృహత్తర (Giant) మరియు బృహత్తమ (Super Giant) తారలని అంటారు. ఉదాహరణకు కేపెల్లా బృహత్తర తారకాగా, జ్యేష్ఠ బృహత్తమ తార. సూర్యుడు, సిరియస్ నక్షత్రము వామన తారలు కాగా, సిరియస్-B శ్వేత వామన తార, వీటిని పటము 5లో చూడవచ్చును.

B. అనేక నక్షత్రాల వర్ణమాల వర్ణములు, వాటి యథార్థ కాంతి పరిమాణం తెలిసి నప్పటికీ, 40 లేక 50 నక్షత్రాల ద్రవ్యరాశుల్ని మాత్రమే కనుగొనడానికి వీలుకలుగుతుంది. జంట తారలనుండి తెలిసిన ఈ వివరాలు అత్యంత కుతూహలమైన సత్యాన్ని బయటపెట్టేయి. దానినే యథార్థ కాంతిపరిమాణం-ద్రవ్యరాశుల సూత్రంగా పేర్కొనవచ్చును. ఒక నక్షత్రపు యథార్థ కాంతిపరిమాణం దాని ద్రవ్యరాశియొక్క 31.5 ఘాతానికి సమానంగా (సుమారుగా) ఉంటుందని తేలింది. సూర్యునికన్న 2.5 రెట్లు ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న సిరియస్ నక్షత్రం సూర్యుని కన్న 25 రెట్లు యథార్థ కాంతి పరిమాణాన్ని కల్గిఉంది. సౌరద్రవ్యరాశికి 40రెట్లు హెచ్చు ద్రవ్యరాశి కలిగిన నక్షత్రాలు, సూర్యుని కన్న మిలియను రెట్లు హెచ్చు కాంతిపరిమాణాన్ని; సూర్యునిలో  $\frac{1}{10}$  వంతు ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న నక్షత్రాలు సూర్యునిలో  $\frac{1}{10000}$  వంతు కాంతిపరిమాణాన్ని కలిగి ఉంటాయి. H-R పటాన్ని, యథార్థ కాంతి

పరిమాణాన్ని ద్రవ్యరాసుల సూత్రాన్ని కలిపి చూస్తే ఒక విషయం స్పష్టం అవుతుంది. వామన తారల శ్రేణి లోని నక్షత్రాలలో 'O' వర్గం నుండి 'M' వర్గానికి పోతే, వీటి ద్రవ్యరాసుల విలువలు తగ్గుతాయి. వివిధ వర్ణమాల వర్గాల నక్షత్రముల ద్రవ్యరాసులు క్రింద చూపబడ్డాయి.

4వ పట్టిక

వర్ణమాల వర్గం	O	B	A	F	G	K	M
ద్రవ్యరాశి (సూర్యుని ద్రవ్యరాశి ప్రామాణికంగా)	40	16	2.5	1.5	1.0	0.8	0.2

ఇక నక్షత్రాల పుటుక, వాటి నుండి వెలువడుతున్న శక్తికి మూలం, వాటి అంతిమ దశ-అనే వానిని గూర్చి పరిశీలిద్దాం.

నక్షత్రాల పరిణామ సిద్ధాంతం ఏదైనా ముఖ్యంగా H-R పటానికి, ద్రవ్యరాశి-యథార్థ కాంతిపరిమాణాన్ని గల సంబంధానికి ఆర్థం చెప్పగల్గేదిగా ఉండాలి.

గురుత్వాకర్షణ శక్తిచే కుదించుకొని పోతున్న వాయువు, దూకే కణములనుండి నక్షత్రాలు పుట్టేయని చెప్పటానికి తగిన ఆధారాలు ఉన్నాయి. వాయువు సంకోచించుకొనిపోతుంటే దాని కేంద్రస్థానంలోని ఉష్ణత పెచ్చుతూ ఉంటుంది. ఒక సమయంలో ఈ ఉష్ణోగ్రత కొన్ని మిలియనుల దీగ్రిం వరకు ఉంటుంది. ఈ పరిస్థితిలో కేంద్రం వద్ద "తాపకేంద్రక ప్రక్రియ" (Thermo Nuclear Reaction) జరగడం మొదలవుతుంది. ఈ ప్రక్రియదశలో నాలుగు ఉదజని కేంద్రకాలు (Hydrogen Nuclei) కలసిపోయి ఒక హీలి

యము కేంద్రకంగా (Helium Nucleus) మారుతుంటాయి. దీనినే P-P గొలుసు ప్రక్రియ (P-P Chain reaction) అంటారు. ఇదేకాక ఇంకను పెచ్చు ఉష్ణతల వద్ద కార్బను-నైట్రోజను కేంద్రకములు ఉత్పేరకము (Catalysist) గా పనిచేసి 4 ఉదజని కేంద్రకాలను ఒక హీలియము కేంద్రకముగా మార్చే ప్రక్రియ కూడ జరుగుతుంది. దీనిని C-N చక్రియ ప్రక్రియ (C-N Cyclic Process) అని అంటారు. పై రెండు ప్రక్రియలలోను, కొంత ద్రవ్యం నశిస్తుంటుంది. ఐన్స్టీను (Einstein) సిద్ధాంతం ( $E = mc^2$ ) ప్రకారం మాయమయిన ద్రవ్యరాశి శక్తి రూపంలో, అంటే వికిరణ రూపంలో విడుదల అవుతుంది. ఇదే హైడ్రోజను బాంబు కున్న శక్తి రహస్యం. ఒక గ్రాము ఉదజని మాయమైతే  $10^{21}$  ఎర్గుల శక్తి ఉద్భవిస్తుంది. ఈ శక్తియే మిలియన్ల సంవత్సరాల వరకు "వామన తారల శ్రేణి" పైనున్న నక్షత్రాలను దీప్తివంతంగా ఉంచుతోంది. ఇట్టి సిద్ధాంతాలు అవలోకనా ఫలితాల్ని చాలవరకు వివరించ గలుగుతున్నాయి.

"వామన తారల శ్రేణి" పైనున్న నక్షత్రాల కేంద్రస్థానంలో ఉన్న ద్రవ్యంలో 10 వ శాతం ఉదజని వాయువు, హీలియము వాయువుగా మారి పోయిన తర్వాత, ఆ నక్షత్రాలు కేంద్రస్థానాల్లో కుదించుకొనిపోయి బైట వ్యాకోచం చెందుతాయి. ఈ దశలో నక్షత్రం "అరుణ బృహత్తర లేక బృహత్తమ తార"గా ప్రకాశం చెందుతుంది. దీని కేంద్రస్థానంలో అత్యధిక ఉష్ణోగ్రత ఏర్పడి కార్బను మొదలగు బరువైన మూలకాలు తాపకేంద్రక ప్రక్రియలచే ఏర్పడతాయి. కొంతకాలానికి నక్షత్రంలో అధిక ఉష్ణోగ్రతలు ఏర్పడే అవకాశం తగ్గిపోగా తాపకేంద్రక ప్రక్రియలు జరుగుట ఆగి పోతుంది. నక్షత్రంలో అంతవరకు ఉన్న వేడి, వికిరణ రూపంలో వెదజల్లబడి, నక్షత్రం చివరకు

చల్లబడి పోతుంది. వృద్ధాప్యంలో అంటే అంతిమ దశలో నక్షత్రాలు వాటి వాటి ద్రవ్యరాశులను బట్టి శ్వేత వామన తారలు, న్యూట్రాను తారలు, బ్లాకు

హోలు (Black holes గా ఏర్పడుతాయి. వీనిని గూర్చి విపులముగా తరువాత తెలిసికొన వచ్చును.

డా॥ యం. టి. కె. శర్మ

## 236. పాల పుంత

రాత్రివేళ నిర్మలాకాశమును పరిశీలించినచో ప్రకాశవంతమైన చార (Luminous Band) వంటిది, ఆకాశములో ఒకవైపునుంచి మరియొక వైపునకు వ్యాపించియుండి కన్పించును. దీనివెడల్పు అన్నిచోట్ల సమానంగా ఉండదు. ఈ ప్రకాశమైన చారను పాలపుంత (Milky way) అని అందురు. ఖగోళ దూరదర్శినిలో చూచినచో ఈ చార ఆరేక నక్షత్రములు, నక్షత్ర గుచ్ఛములు (Star clusters), వాయువు, మరియు ధూళి మేఘములు, (Gas and dust coloude) మున్నగు వానిగా విడివడి మనకు వేర్వేరుగా కన్పడును. ఈ వాయువు మరియు ధూళి మేఘములనే 'నెబ్యూలా' (Nebulae) అని అందురు. యథార్థమన విశ్వ మందంతటను వెదజల్లబడియున్న రెణ్ణలేనన్ని జ్యోతిర్విశ్వముల (Galaxies) లో పాలపుంత ఒకటి మాత్రమే ! పాలపుంత యొక్క ఆకార మును కటకము యొక్క ఆకారముతో పోల్చు నగును. దీనియొక్క వ్యాసము సుమారు 100,000 కాంతి సంవత్సరములుండి, కేంద్రము వద్ద మందము 18,000 కాంతి సంవత్సరములకన్న తక్కువగా ఉండును. ఈ పాలపుంత యొక్క సౌష్ఠవతలము (Plane of Symmetry) నకే జ్యోతిర్విశ్వతలము (Galactic Plane) అని పేరు.

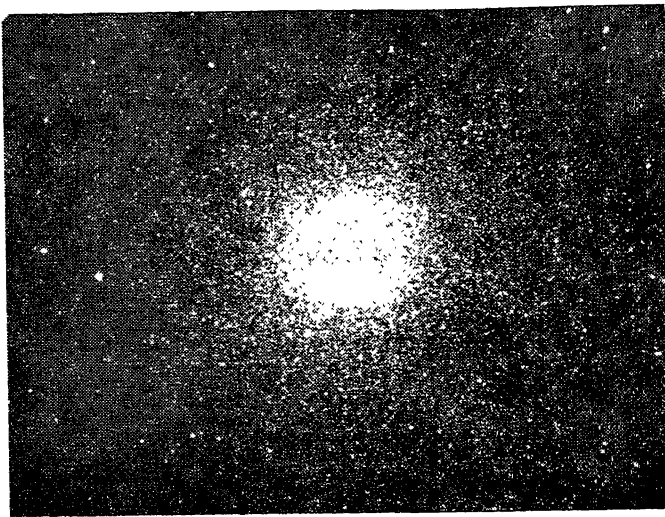
నక్షత్ర గుచ్ఛములు - (Star Clusters):

మన పాలపుంత యందు కోటాను కోట్ల నక్షత్ర ములు ( $10^{11}$ ) గలవు. ఈ నక్షత్రములలో చాలా

భాగము ఒంటరివికాగా. మరికొన్ని మాత్రము రెండు, మూడు లేక హెచ్చు సంఖ్యలో నక్షత్రము లున్న గుంపులుగా ఏర్పడును. వానిని నక్షత్ర ద్వయము (Double Stars), నక్షత్రత్రయము (Triple Stars), మరియు నక్షత్ర సమూహము లందుము. ఎక్కువ నక్షత్రములను గల్గియున్న "సహవాసులు" (Associations) నక్షత్ర గుచ్ఛ ములు" అని పిలువబడిన గుంపులు హెచ్చుగా కాన్పించును. ఈనక్షత్ర గుచ్ఛములు రెండు రక ములు: ఒకటి విస్తృత గుచ్ఛములు (Open Clusters), రెండవది గోళాకార గుచ్ఛములు (Globular Clusters). విస్తృత నక్షత్ర గుచ్ఛములలో కొన్నివందలు లేక వేల నక్షత్రములు పలుచగా విస్తరించి యుండును.

ఈ సమూహములన్నియు జ్యోతిర్విశ్వ తలము నందు సమీకరింపబడి యుండుటచే వీనికి పాల పుంత నక్షత్ర గుచ్ఛములు (Galactic Star Clusters) అనిపేరు. ఈ సమూహముల యొక్క సరాసరి వ్యాసము సుమారు 20 కాంతి సంవత్సర ములు. విస్తృత నక్షత్ర గుచ్ఛములలో కొన్ని ముఖ్యమైనవి: వృషభ (Taurus) రాశిలోని కృత్తిక (Pleiades), ప్రాడసు (Hyades); కర్కాటక రాశి (Cancer) లోని ప్రెసెపీ (Praesepe), కోమా బెరెనెస్ (Coma Berenices) రాశిలోని కోమా గుచ్ఛము మరియు పెర్సి యసు (Persius) రాశి యందుగల h and X





చటము 1. పాలపుంత; ఒంటినక్షత్రములు, నక్షత్రరాసులు ఇందు చేరియుండుట కనబడును.

పెరియై. హైడ్రస్ అనునది మనకు అతి దగ్గరలో నున్నది. దీని దూరము 130 కాంతి సంవత్సరములు మాత్రమే.

“సహవాసుల” లోని నక్షత్రములు నక్షత్ర గుచ్ఛములలోని నక్షత్రముల కన్న ఇంకను పలుచగా విస్తరించి యుండును. ఈ “సహవాసి” నక్షత్రములన్నియు సరూప అంతరిక్ష గమనమును కల్గి యుండును. అందుచేత వానిని “పయనించు నక్షత్ర సమూహములు” (Moving Clusters) అని అందురు. సప్తర్షి మండలము (Ursa Major) పయనించు సమూహములకు ఒక ఉదాహరణము.

గోళాకారగుచ్ఛముల కా పేరు, వాని ఆకారము దాదాపు గోళాకారముగ నుండుటవలన కలిగి నది. (చూ: 1 పటము) ఒకమాదిరిగోళాకార గుచ్ఛము నందు లక్షనక్షత్రములవరకు ఉండును. ఈ నక్షత్రములలో చాలాభాగము గుచ్ఛ కేంద్రము వైపు హెచ్చుగా కేంద్రీకృతమై యుండును. గుచ్ఛముల సంఖ్య నూటిని దాటినప్పటికి సెంటోరియస్ (Centaurus) నక్షత్రరాశి యందలి ఒమేగా

సెంటోరి సమూహమును, తుకానే (Tucane) నక్షత్ర రాశిలోని 47 తుకానీ సమూహమును, హెర్క్యులిస్ (Hercules) యను నక్షత్ర రాశి యందలి M 18 సమూహములు మూడు మాత్రము కంటికి కన్పడును. ఈ గుచ్ఛములలో చాలావరకు ఆర్.ఆర్.రైరే అనబడు వృద్ధి క్షయ నక్షత్రములు (Variable Stars) కలవు. ఈ నక్షత్రములు సూర్యుని కన్న 50 రెట్లు ఎక్కువ కాంతితో ప్రకాశించుచున్నవి. ఆర్.ఆర్.రైరే నక్షత్రముల సగటు అభివ్యక్త దృశ్యమాన ప్రకాశము (Mean Apparent brightness) ను వీని యొక్క యథార్థ ప్రకాశముతో పోల్చి, హార్లో షాప్లే (Harlow Shapley) అను శాస్త్రజ్ఞుడు అనేక గోళాకార నక్షత్ర గుచ్ఛముల యొక్క దూరములను కనుగొని, ఇవి గోళాకారముగ వ్యాపించి (Spherical Distribution) యున్నట్లు తెలిసికొనెను. ఈ గోళాకార నక్షత్ర గుచ్ఛముల యొక్క ద్రవ్య కేంద్రము (Centre of mass) పాలపుంత యొక్క ద్రవ్య కేంద్రముతో ఏకీభవింపునని ఊహించి, సూర్యుని నుండి పాలపుంత

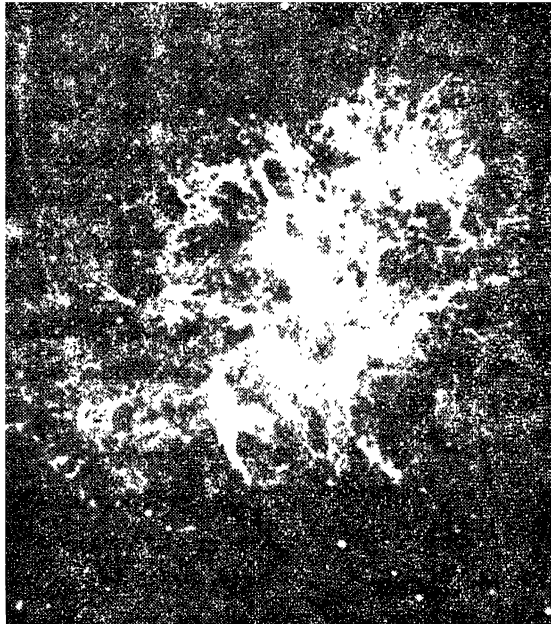
యొక్క కేంద్రమునకు గల దూరమును పాపై కనుగొనెను. పాలపుంత కేంద్రము ధనుస్సురాశి దిశలో సూర్యుని నుంచి దాదాపు 31, 600 కాంతి సంవత్సరముల దూరములో నున్నది.

గోళాకార నక్షత్ర గుచ్ఛము లన్నియు పాల పుంత కేంద్రము చుట్టూ గోళాకారములో సమీకరింపబడి యుండగా వివృత నక్షత్ర గుచ్ఛము లన్నియు జ్యోతిర్విశ్వ తలము నందు సమీకరించబడి యున్నవి.

అంతేగాక వివృత నక్షత్ర గుచ్ఛములలోని నక్షత్రములు గోళాకార నక్షత్ర గుచ్ఛములలోని నక్షత్రములకన్న తక్కువ వయస్సును కల్గి, లోహములను అధిక పాళ్ళలో కల్గియున్నవి. ఈ రెండు రకముల నక్షత్ర గుచ్ఛముల యొక్క పరిమాణములు, గతులు, వయస్సులు, మరియు రసాయ

తేడాలనుబట్టి 'వాలరు బాదే' (Walter Baade) అను శాస్త్రజ్ఞుడు నక్షత్రములను రెండు వర్గములుగా విభజించెను. తక్కువ వయస్సు కలిగి లోహములను ఎక్కువ పాళ్ళలో కలిగి యుండి జ్యోతిర్విశ్వ తలమునందు కేంద్రీకృతమైన నక్షత్రములు ఒకటవ వర్గము (Population I) నకు చెందినవనియు, ఎక్కువ వయస్సు కలిగి తక్కువ పాళ్ళలో లోహములను కలిగి యుండి జ్యోతిర్విశ్వ కేంద్రము చుట్టూ గోళాకారములో పంచబడి యున్న నక్షత్రములు రెండవ వర్గము (Population II) నకు చెందినవనియు ఈతడు నిర్ధారించెను. ఇంకను సూక్ష్మముగా చేసిన వర్గీకరణ పద్ధతిలో ఈ రెండు రకములకు మధ్యేమార్గ గుణములను కలిగిన నక్షత్రములు "మండలవర్గము" (Disk Populations) గా పిలువబడుచున్నవి.

నక్షత్రములే గాక వివిధ పరిమాణములను,



పటము. 2: పాలపుంత; నెబ్యులా అని వ్యవహృతమగు అస్పష్టమూర్తులు ఇందు కనబడును.

objects ) మన పాలవుంతలో గలవు. వీనినే “నెబ్యులాలు” (Nebulae) అని అందురు. ఇవి మన పాలవుంతకు చెందిన వాయువు మరియు ధూళి మేఘములే. వాయువు లేక ధూళి మేఘమునకు దగ్గరగా అధిక ఉష్ణము కలిగిన నక్షత్రము ఒకటి ఉన్నచో ఆ మేఘము కాంతివంతముగా ప్రకాశించును. అట్టి నక్షత్ర మేదియు లేనిచో ఆ మేఘము చుట్టు ప్రక్కల ఆకాశములో గల నేపథ్య నక్షత్రముల ప్రకాశము చెంత నల్లటి మేఘము వలె కన్పించును. ఈ నెబ్యులాలను ప్రకాశింప జేయుచున్న నక్షత్రము యొక్క ఉష్ణోగ్రత 20,000 డిగ్రీల కన్న తక్కువగా నున్నచో నెబ్యులా నుండి వెలువడు కాంతి అసలు నక్షత్రము యొక్క పరిశీలన కాంతి (Scattered Light) గ నుండును. అందుచేత యిలాంటి నెబ్యులాలకు ‘పరావర్తన నెబ్యులా’ (Reflection nebula) అని పేరు. కాని నక్షత్రము యొక్క ఉష్ణోగ్రత 20,000 డిగ్రీలకన్న అధికముగా నున్నచో, నక్షత్రము నుంచి వెల్వడు అతి సీలలోహిత వికిరణము (ultraviolet Radiation) నెబ్యులాను అయనీకరణము ( Ionization )జేసి వాయువును ఉత్తేజ (Excitation) పరచును. ఈ విధంగా నెబ్యులాలోని వాయువు నక్షత్రము యొక్క అతి సీలలోహిత శక్తిని శోషింపజేసి ఇందలి వివిధ పదార్థములచే తిరిగి వికిరణముగా ఉద్గారమగును. అందుచేత ఇటువంటి నెబ్యులా యొక్క వర్ణపటమునందు అనేక మూలకముల యొక్క ఉద్గార రేఖలు ( Emission lines ) కనబడును. ఈ తెగకు చెందిన నెబ్యులాలను “ఉద్గార నెబ్యులా” (Emission Nebula) అని అందురు. ఈ నెబ్యులాలో వాయువు యొక్క సాంద్రత మరియు పీడనము చాలా తక్కువగా ఉండుటచేత వీని వర్ణపటములు అనేక రోహముల నుంచి ఉద్గారమైనట్టివియు, మన ప్రయోగశాలలందు సాధారణముగ కన్పడునట్టివియు

అగు “నిషేధింపబడిన రేఖల” (Forbidden Lines) కలిగియుండును. ఈ కోవకు చెందిన వానిలో ఒరియాను (Orion) నక్షత్ర రాశిలోని నెబ్యులా ( Great Nebula ) చాలా ముఖ్యమైనది.

కొన్ని ఉద్గార నెబ్యులాల ఆకారము ఆకుపచ్చ బింబాకారముగా ఉండి గ్రహముల బింబాలను పోలి ఉండుటచే వీనిని ‘గ్రహాకార నెబ్యులా’ (Planetary Nebulae) అందురు. ఇవి, తమ కేంద్రము దగ్గర నున్న అధిక ఉష్ణోగ్రత గల నక్షత్రము యొక్క కాంతి వలన ప్రకాశించు చున్నవి. బహుశః ఈ నెబ్యులాలు కేంద్ర నక్షత్రము నుంచి బయటకు త్రోసివేయబడిన పదార్థము (Ejected matter) చే నిర్మాణమై ఉండవచ్చునని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు. ఈ నెబ్యులాల యొక్క వ్యాసము సౌరకుటుంబమునకు ఎన్నో రెట్టుండును. వీనిలో ముఖ్యమైనవి: లైరా (Lyra) నక్షత్ర రాశిలో ‘రింగు’ నెబ్యులా అనునదియు, సప్తర్షి మండలములోని “ఔలు నెబ్యులా” ( Owl Nebula ) మరియు ‘పల్ పక్యుల’ ( Vul Pecula) అను నక్షత్ర రాశిలోని ‘డంబెల్లు’ నెబ్యులా అనునవి.

ఈ ఉద్గార నెబ్యులాలందు మరియొక తరగతికి చెందినవి కలవు. ఇవి నక్షత్రములు, నోవా (Nova) లేక సూపరు నోవా (Super Nova) గా, మారి నపుడు తటస్థించు ప్రేలుడులో వెల్వడిన పదార్థము చేత నిర్మాణమైనవిగా భావించుచున్నారు. ఉదాహరణకు వృషభరాశి లోని క్రాబ్ నెబ్యులా (Crab Nebula) అనునది 1054 A. D.లో సంభవించిన ఒక సూపరు నోవా ప్రేలుడులో మిగిలి పోయిన భాగముగా గుర్తింప బడినది. (పటము 2) ఈ క్రాబు నెబ్యులా శక్తివంతమైన రేడియో-X-కిరణ వికిరణములను ఉద్గార మొనర్చుచున్నది. దీని కేంద్రమందుగల నక్షత్రము ‘పల్సారు’ (Pulsar)గా కనుగొన బడినది. క్రేబ్ నెబ్యులా నుండి వెలువడుచున్న కాంతి చాలా హెచ్చుగా

ద్రువితము (Polarisation) అయినది. సింక్రోట్రన్ పద్ధతిలో ఈ కాంతి వెలువరించబడిందని నమ్ముచున్నారు.

ఈ అస్పష్టమైన నెబ్యులాలు ప్రకాశవంతమైనవియు, మరియు ప్రకాశహీనమైనవియు, అయి అనేక ఆకారములను కలిగియున్నవి. వీని ఆకారములు దట్టముగా నున్న మేఘము మొదలుకొని నూలు పోగువంటి నన్నని రూపములు మరియు దృశ్యాకారముల వరకు నున్నవి. వీనిలో పెక్కు నెబ్యులాల అత్యధిక పరిమాణము 30 కాంతి సంవత్సరముల కన్న తక్కువే. కాని ఇవి వీని అంచుల వద్ద చాలా అస్పష్టముగా నుండుట చేత జ్యోతిర్విశ్లేష మందంతటను వ్యాపించియున్న నక్షత్ర పదార్థములో ఈ నెబ్యులాలను అత్యధిక సాంద్రతను కలిగియున్న ప్రదేశములుగా భావించవచ్చును.

**నక్షత్ర, అంతరాళ ధూళి (Interstellar dust) :**

నక్షత్ర అంతరాళ మందుగల ధూళికణములు నక్షత్రముల కాంతిని శోషించి పరిశీలించబడియును. నక్షత్ర కాంతిశోషణము, కాంతియొక్క తరంగ దైర్ఘ్యముపై ఆధారపడినట్లు కనుగొన బడినది. వర్ణమాలలోని ఎరుపు ప్రాంతము కన్న నీలిప్రాంతములో ఈ కాంతిశోషణము (Light absorption) హెచ్చుగ ఉన్నట్లు కనుగొనబడినది. ఈ దృగ్ విశేషము “నక్షత్ర అంతరాళ అరుణీయత” (Interstellar reddening) అని పిలువబడుచున్నది. పై కారణముచేత ఏదేని ఒక నక్షత్రమును చూచినపుడు దానికి గల రంగును దాని ఆసలైన రంగుతో పోల్చిన, కొంతము ఎర్రగా నుండును. కనబడు రంగునకు ఆసలైన రంగునకును గల వ్యత్యాసమును “అధిక వర్ణము” (Colour excess) అని అందురు. ఏదేని ఒక తరంగ దైర్ఘ్యము వద్దకలిగిన శోషణము “అధిక వర్ణము” నకు

ఆనులోమానుపాతములో నుండును. అందువలన “అధిక వర్ణము” ఎంతయున్నదో తెలిసిన శోషణమును కనుగొను వచ్చును. దృశ్యకాంతి (Visual Light) యొక్క సగటు శోషణము జ్యోతిర్విశ్లేష తలమునందు ప్రతి వేయి కాంతిసంవత్సరముల దూరమునకు 0. 25 కాంతి పరిమాణము (Magnitudes) ఉండును.

దృశ్యకాంతి యొక్క శోషణమును, తరంగ దైర్ఘ్యము మీద దీని ఆధారమును స్పష్టీకరించ వలె నన్నచో, ధూళి కణముల యొక్క పరిమాణము చాలాపు 0.0001 సెం.మీ. అని భావించ వలెను. కొన్ని నక్షత్రముల యొక్క కాంతి అసంపూర్ణముగా ద్రువితము (Partially polarization) అయినట్లు కన గొనబడినది ద్రువతీవ్రత (Degree of Polarization) కును ‘అధికవర్ణము’ నకును, సంబంధ ముండుట చేత ఈ ద్రువణమునకు గోళాకారములో గాక దీర్ఘముగా నున్న నక్షత్ర అంతరాళధూళి కణములే కారణమని చెప్పవచ్చును. ఇంతేకాక, ద్రువణపు దిశ (Direction of Polarisation) ను అర్థము చేసుకొనుటకు దీర్ఘముగాయున్న ధూళికణముల దీర్ఘ అక్షములన్నియు జ్యోతిర్విశ్లేష తలమునకు లంబముగా ఏర్పడి ఉండవలయును. ధూళి కణముల అన్నిటి దీర్ఘ అక్షములు ఒకే పద్ధతిలో ఏర్పడి ఉండవలె నన్నచో పాఠపుతలో  $10^{-6}$  గౌసు ( Gauss ) ల అయస్కాంత క్షేత్రము ఉండుట ఎంతైనా అవసరము.

**నక్షత్ర అంతరాళ వాయువు (Interstellar gas) :**

నక్షత్ర అంతరాళములో వాయువున్నట్లు కొన్ని “వర్ణమాల నక్షత్ర ద్వయముల” యొక్క వర్ణపటములందుగల నిశ్చలమైన కొన్ని శోషణ రేఖల ( Stationary absorption lines ) వలన మొట్ట మొదటి సారిగా తెలిసినది. నక్షత్ర

ముల కాంతి మనకు చేరుటకు ముందు నక్షత్ర అంతరాళ వాయుమేఘముల గుండా ప్రయాణము చేసినప్పుడు, ఇందలి అణువుల పరిమాణముల వలన నక్షత్ర అంతరాళ రేఖలు (Interstellar lines) ఏర్పడి యుండును. ఒక్కొక్కసారి నక్షత్రముల యొక్క కాంతి, వివిధ దృశ్యరేఖా వేగములు(Radial velocities) కలిగిన నక్షత్ర అంతరాళ వాయుమేఘము ( Gas clouds ) ల గుండా ప్రయాణము చేయవలసి వచ్చినపుడు, ఆయా నక్షత్రముల వర్ణపటములందు ఒక్క నక్షత్రాంతరాళ రేఖకు బదులు రెండు లేక ఎక్కువ రేఖలు కన్పడును. ఈ రేఖల పరిశీలననుబట్టి నక్షత్రాంతరాళమందు క్యాబ్రియం, ఫోడియం, ఇనుము, టీటానియం, హైడ్రోకార్బను మరియు కార్బను రాడికల్స్ (Hydro Carbon and Carbon radicals) మొదలగు రసాయనిక పదార్థములు కలవని తెలియుచున్నది. ఇవిగాక గుర్తింపబడని అనేక వెదలైన శోషణ వర్ణపట రేఖలు ఇంకను కలవు. ఇది కూడ నక్షత్రాంతరాళము నుంచి వెల్లడినవే.

రేడియో తరంగ దైర్ఘ్యముల వద్దగల అనేక ఉద్గార మరియు శోషణ రేఖల రేడియో పరిశీలన కూడ నక్షత్రాంతరాళము నందు వాయువు కలదని ద్రువపరచుచున్నది. వీనిలో తొలిసారిగా కనుగొనబడి అధిక ప్రాధాన్యము గలిగిన రేఖ 21 సెం. మీ. తరంగ దైర్ఘ్యముగల తటస్థ ఉదజని (Neutral Hydrogen) రేఖ. ఈ రేఖ సహాయముననే పాలపుంత యందుగల తటస్థ ఉదజని వాయువు పంపిణీ పటము గీయబడినది. దీనినిబట్టి ఉదజని ఏకరీతిగ పంపిణీ చేయబడ లేదనియు, జ్యోతిర్విశ్వతలము నందును, సర్పిరాకార భాగములందును అధికముగా కేంద్రీకృతమైనట్లును తెలియుచున్నది. ఈ ఉదజని వాయువు అధికముగా గల భాగములలో క్రొత్త నక్షత్రముల సృష్టి

కొనసాగుటవలన. యౌవన ( పైన పేర్కొనిన ఒకటవ వర్ణమునకు చెందిన) నక్షత్రములు కూడ సర్పిరాకార భాగములందే కేంద్రీకృతమైనవి. పాలపుంతలో యౌవన నక్షత్రములను మరియు వాయువులు పంపిణీ ( Distribution ) విధమును పరిశీలించి, సూర్యుని సమీపమున పాలపుంతకు మూడు సర్పిలాంగములు (Spiral arms, ఉన్నట్లు కనుగొన్నారు. ఇవి: (1) సాజిటారియను అంగము (Sagittarius arm) మరియు (2) ఒరయను అంగము (Orion arm) మరియు (3) పెర్సియను అంగము (Pereus arm). ఇవి పాలపుంత కేంద్రము నుండి వరుసగా 26000, 32600, మరియు 42000 కాంతి సంవత్సరముల దూరములో నున్నవి. రేడియో పరిశోధనల వలన జ్యోతిర్విశ్వ కేంద్రము నుండి 10,000 కాంతి సంవత్సరాల దూరంలో మరో సర్పిలాంగ మున్నట్లు తెలియవచ్చినది. తటస్థ మరియు అయనీకృతమైన ఉదజని వాయువు నుంచి వెల్లడిన ఉద్గార రేడియో రేఖలేగాక, ఉదజని, ప్రాణవాయువు, కర్బనము, నత్రజని, సిలికాను మొదలైనవి గల సుమారు 30 విధముల అణువుల నుంచి కూడా రేడియో వికిరణము కనుగొనబడినది. పైన పేర్కొనిన మూలకములు విశ్వములో అత్యధిక సంఖ్యలో కన్పించును. నక్షత్రాంతరాళములో కనబడిన కొన్ని అణువులు చాలా సంక్లిష్టమై యున్నవి. ఈ అణువులు ప్రాణులుదృవింపటకు కావలసిన జీవ పదార్థములై ఉండునని భావించుచున్నారు.

**పాలపుంత యొక్క భ్రమణము మరియు ద్రవ్యరాశి (Galactic Rotation and Mass )**

నక్షత్రముల యొక్క మరియు నక్షత్రాంతరాళ వాయువు యొక్క చలనములను పరిశీలించిన, ఇవి అన్నియు పాలపుంత కేంద్రము చుట్టు పరిభ్రమించు

చున్నట్లు తెలియుచున్నది. పాలపుంత ఆంతయు ఒకే వేగముతో తిరుగుట లేదు. పాలపుంత కేంద్రము నుంచి ఆవలకు కొంతదూరము వరకు పోయిన కొలది భ్రమణ వేగము హెచ్చుచు పోయి, ఆవల నుండి కేంద్రపు దూరము హెచ్చిన కొలది వేగముతగ్గుచు పోవును. సూర్యుని సమీపములో నున్న నక్షత్రములన్నియు పాలపుంత కేంద్రము చుట్టూ వృత్తాకార కక్ష్యలో సెకెనునపు సుమారు  $250$  కి. మీటర్ల వేగముతో తిరుగుచు, సుమారు  $2 \times 10^5$  సంవత్సరముల కాలములో కేంద్రము చుట్టూ ఒక ప్రదక్షిణము పూర్తి చేయును. పాలపుంత యొక్క వయస్సు దాదాపు  $10^{10}$  సంవత్సరములుగా అంచనా వేయుటచేత, సూర్యుడు పుట్టి నప్పటినుంచి ఇంతవరకు పాలపుంత, కేంద్రము చుట్టూ, సుమారు  $50$  ప్రదక్షిణములు చేసి యుండవచ్చును. గోళాకార నక్షత్ర గుచ్ఛములు మరియు పైన పేర్కొనబడిన రెండవ వర్గమునకు చెందిన

నక్షత్రములు, అధిక ఉత్కేంద్రీయ (Highly eccentric) కక్ష్యలలో పాలపుంత కేంద్రము చుట్టూ తిరుగును. వాటి కక్ష్యలు జ్యోతిరిశ్వరం మునకు అధిక కోణముతో వాలియుండును.

ఏదేని ఒక నక్షత్రముపై పాలపుంత యొక్క మొత్తము ద్రవ్యరాశివల్ల కలిగిన గురుత్వాకర్షణ బలము (Gravitational force), ఆ నక్షత్రము పాలపుంత కేంద్రము చుట్టూ తిరుగుచుండుటవల్ల కలిగిన అపకేంద్ర బలము (Centrifugal force) నకు సమానముగా నుండును. ఈ రెండు బలముల యొక్క సమానతను బట్టి పాలపుంత యొక్క మొత్తము ద్రవ్యరాశి సూర్యుని ద్రవ్యరాశి కన్న  $2 \times 10^{11}$  రెట్టని తెలియుచున్నది. అనగా పాలపుంత యొక్క ద్రవ్యరాశి  $4 \times 10^{44}$  గ్రాములు; పాలపుంత యొక్క సగటు సాంద్రత దాదాపు  $10^{-23}$  గ్రా./సం.సెం.

మూలం: (ఆంగ్లము) యన్. బి. సన్యాల్  
తెలుగు : డా॥ కె. యస్ శాస్త్రి.

## 237. జ్యోతిర్విశ్వములు (Galaxies)

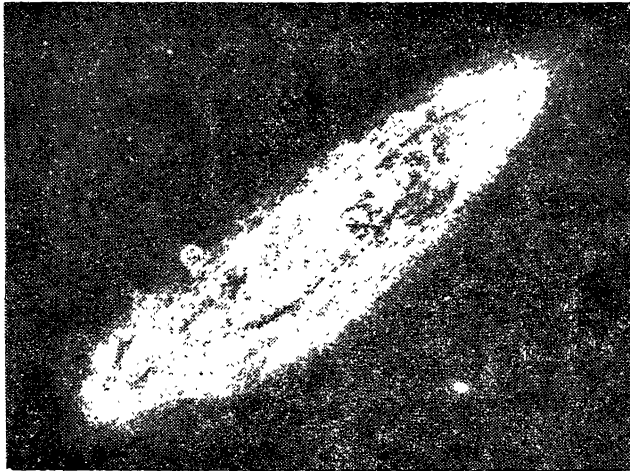
విశ్వమంతటా బహుళ సంఖ్యలో వెదజల్లబడి యున్న జ్యోతిర్విశ్వములలో మన పాలపుంత ఒకటి మాత్రమే. దక్షిణార్ధ గోళములో కంటికి ప్రముఖముగా కన్పించు గురు, లఘు మేజిలానిక నక్షత్ర మేఘములు (Large and small Magellanic clouds) మనకు అతి దగ్గరలో నున్న పొరుగు జ్యోతిర్విశ్వములు. గురు మేజిలానిక నక్షత్ర మేఘము  $30$  వేల కాంతిసంవత్సరముల వ్యాసము కలిగి యుండి  $160$  వేల కాంతిసంవత్సరముల

దూరములో నున్నది. లఘు మేజిలానిక నక్షత్ర మేఘము  $25$  వేల కాంతి సంవత్సరముల వ్యాసము కలిగియుండి  $180$  వేల కాంతిసంవత్సరముల దూరములో నున్నది. ఇందలి జ్యోతిర్విశ్వములు మన పాలపుంతతో పోల్చి చూచినప్పుడు చాల చిన్నవిగా ఉండుట చేతను, మనకు పొరుగున దగ్గరగా ఉండుట చేతను వీటిని పాలపుంతకు ఉప జ్యోతిర్విశ్వములుగా ఎంచుచున్నాడు.

ఉత్తరార్ధ గోళములో కంటికి ప్రముఖముగా కనిపించు జ్యోతిర్విశ్వము. ఏండ్రోమెడా జ్యోతిర్విశ్వము, (Andromeda Galaxy)-(పటము 1. చూ) ఇది మెయిసర్ (Maissar) అను నాతడు ప్రకటించిన కేటలాగులో 31 వ జ్యోతిర్విశ్వము అగుటచేత,

పీటిని ముఖ్యముగా క్రింద చూపిన వర్గములుగా విభజింప వచ్చును. అవి :

1. గుడ్డు ఆకారములో నున్నవి. (Ellipticals (E))
2. క్రమ సర్పిలములు (Spirals) (S)



పటము 1. ఏండ్రోమెడా జ్యోతిర్విశ్వము

దీనిని M 31 అని కూడ పిలుతురు. దీని వ్యాసము 180 వేల కాంతిసంవత్సరములు. ఇది 22 లక్షల కాంతిసంవత్సరముల దూరములో నున్నది. దీని కేంద్రము చుట్టు, వృద్ధ నక్షత్రములు (Old Stars) ఉండగా, పీటిని చుట్టి యౌవన నక్షత్రములు (Young Stars)ను, వాయువును, ధూళిని (Interstellar Gas & Dust) కలిగిన సర్పిలములు (Spiral arms)ను ఉన్నవి. ఇది పరిమాణము లోను, నిర్మితిలోను, పాలపుంతను అన్ని విధముగా పోలియున్నది. పాలపుంతకు వలెనే దీనికి కూడా కొన్ని ఉపజ్యోతిర్విశ్వము లున్నవి.

జ్యోతిర్విశ్వములు - వర్గవిభజన

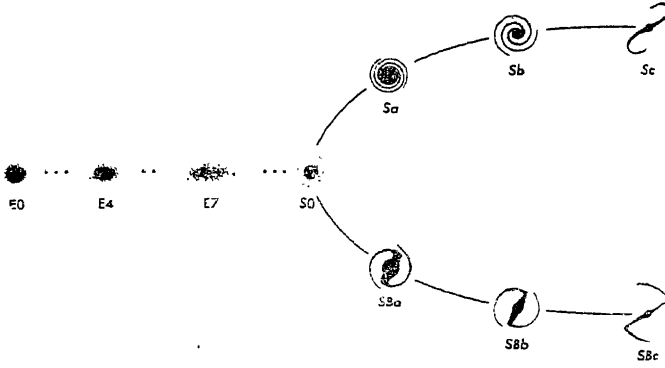
హబుల్ (Hubble) అను శాస్త్రజ్ఞుడు జ్యోతిర్విశ్వములను కొన్ని వర్గములుగా విభజించెను (పటము. 2.) జ్యోతిర్విశ్వముల పోటోను పరిశీలించిన

3. బద్ధి సర్పిలములు (Barred spirals) (S.B)
4. నిర్దిష్టమగు ఆకృతిలేనివి. (Irregulars) (Ir)

గుడ్డు ఆకారపు జ్యోతిర్విశ్వములను వాటి ప్రతిబింబముల వక్రతను బట్టి  $E_0, E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7$ - అను వర్గములుగా విభజించిరి.

E తర్వాత గల సంఖ్య  $10 \frac{(a-b)}{a}$  కు సమానము.

ఇందు a, b లు వరుసగా, గుడ్డు ఆకారపు జ్యోతిర్విశ్వ ప్రతిబింబము యొక్క పెద్ద మరియు చిన్న అక్షములకు సమానములు. కేంద్రపు ప్రాముఖ్యము తగ్గుచు, సర్పిలముల ప్రాముఖ్యము హెచ్చువరుసలో సర్పిల జ్యోతిర్విశ్వములను Sa, Sb, Sc, అను వర్గములుగా విభజించిరి.  $E^7$ -Sa లకు మధ్యగా సర్పిలములు కనబడి కనబడనట్లున్న జ్యోతిర్విశ్వములను S0 అను వర్గముగా తర్వాత చేర్చిరి.

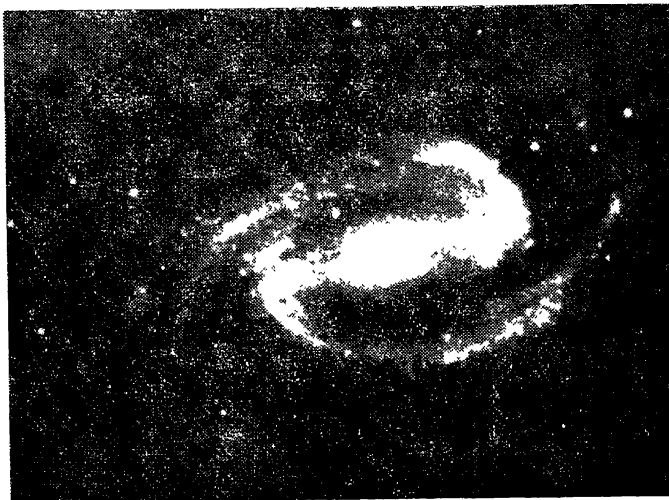


పటము 2. హబుల్ పండితుడు సాధించిన జ్యోతిర్విశ్వ వర్గవిభజన

కేంద్రము నుండి రెండు ప్రక్కలకు బద్ధివలె వచ్చి (పటము 2) వాటి చివరల సర్పిలములున్న బద్ధిసర్పిల జ్యోతిర్విశ్వములను  $S_{Ba}$ ,  $S_{Bb}$ ,  $S_{Bc}$  అని విభజించిరి. ఇవి  $S_a$ ,  $S_b$ ,  $S_c$ , లకు సమాంతర గుణములను కలిగియుండును.

గ్రుడ్డు ఆకారములో నున్న కొన్ని జ్యోతిర్విశ్వములు అత్యధికమగు ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్నవి. ఇవి సర్పిల జ్యోతిర్విశ్వములకన్న సుమారు 30 రెట్లు ద్రవ్యరాశిని కలిగి యున్నవి. అత్యధిక ద్రవ్యరాశిని కలిగి యున్నట్లే పీసిలో మరికొన్ని జ్యోతిర్విశ్వములు, అత్యల్ప ద్రవ్యరాశిని కలిగినవి కూడా ఉన్నవి. ఇవి గోళాకార నక్షత్రపుంజము

లంత మాత్రమే ఉండు కుబ్జజ్యోతిర్విశ్వములు. గ్రుడ్డు ఆకారములో నున్న జ్యోతిర్విశ్వములలో ఏ కొద్దిలోనోతప్ప మిగిలిన అన్నిటిలోను వాయువు ధూళి కన్నడదు వాటిలో వృద్ధ స్వరూపములే ఉండును. క్రమ బద్ధిసర్పిలములలో వాయువు, ధూళి మాత్రమే కాక యౌవన స్వరూపములు, వృద్ధ స్వరూపములు కూడా ఉండును. క్రమ సర్పిలములలో కేంద్రము వద్దను, బద్ధి సర్పిలములలో కేంద్రములోని బద్ధిలోను వృద్ధ స్వరూపములుండగా సర్పిలభాగములో యౌవనస్వరూపములు, వాయువు, ధూళి ఉండును.



పటము 3. బద్ధి సర్పిల జ్యోతిర్విశ్వము; దీనినే NGC 1300 అనియు వ్యవహరింతురు.



**జ్యోతిర్విశ్వ పుంజములు :**

గోళాకార, వివృత నక్షత్ర పుంజములవలె, జ్యోతిర్విశ్వములలో చాల భాగము రెండు, మూడు, నాలుగు లేక ఐదు వరకు కలిసి ఒక గుంపుగా ఏర్పడి ఉండును. వీటిలో కొన్నిటిని కలుపుచు వంతెనల వలె కొంత పదార్థము కూడ ఉండును. అనేక జ్యోతిర్విశ్వములను కలిగియున్న గుంపును జ్యోతిర్విశ్వ పుంజము అని అందురు. ఈ పుంజము లలోని వివిధ స్వరూపముల ద్రవ్యరాశిని కను గొనుట సులభము.

పాలపుంత, మేజిలానిక నక్షత్ర మేఘములు, ఏండ్రామెడా జ్యోతిర్విశ్వములు కూడి స్థానిక పుంజము (Local group) అని పిలువబడే ఒక జ్యోతిర్విశ్వపుంజములోని అంతర్భాగములు. ఈ పుంజములో కచ్చితముగ తెలిసిన 17 జ్యోతిర్విశ్వములే కాక, అనిర్దిష్ట సంఖ్యలో అనేక ఇతర జ్యోతిర్విశ్వ ములు, జ్యోతిర్విశ్వ మధ్య భాగములో ఉండు అనేక గోళాకార నక్షత్ర పుంజములు కలిసి ఉన్నవి. ఇందలి 17 జ్యోతిర్విశ్వములలో 3 సర్పిల జ్యోతిర్విశ్వ ములు, 4 నిర్దిష్ట ఆకారములేని జ్యోతిర్విశ్వములు కాగా, మిగిలిన పది, గ్రుడ్డు ఆకారములో నున్న జ్యోతిర్విశ్వములు. ఈ పదిలో 6 జ్యోతిర్విశ్వములు పరిమాణములో గోళాకార, నక్షత్ర పుంజములంత ఉన్న కుబ్జ జ్యోతిర్విశ్వములు. “స్థానిక పుంజము” సుమారు మూడు మిలియనుల కాంతి వత్సరముల వ్యాసము కలిగిన అంతరిక్ష భాగములో విస్తరించి యున్నది. స్థానిక పుంజమును దాటిపోయిన తర్వాత ఇటువంటివే అగు అనేక జ్యోతిర్విశ్వ పుంజములు తటస్థించును. ఇందులో కొన్ని స్థానిక పుంజమును పోలియుండగా, మరి కొన్ని హెచ్చు జ్యోతిర్విశ్వములను కలిగి యున్నవి. 40 మిలి యనుల కాంతి సంవత్సరముల దూరములో నున్న విర్గో (Virgo) పుంజము మనకు దగ్గరగా నున్న అతి పెద్ద జ్యోతిర్విశ్వ పుంజము. ఇందు సుమారు

1000 వరకు జ్యోతిర్విశ్వములను చూడవచ్చును. దీని సరళ వ్యాసము సుమారు 7 మిలియను కాంతి వత్సరములు. 250 మిలియను కాంతివత్సరముల దూరములో నున్న కోమా (Coma) పుంజము, నేటి వరకు మనకు తెలిసిన పుంజములలో అత్యధిక సంఖ్యలో జ్యోతిర్విశ్వములను కలిగియున్నది. దీని సరళ వ్యాసము 10 మిలియను కాంతిసంవత్సర ములకు తక్కువ కాకుండ ఉన్నది. ఇందు 2000 వరకు జ్యోతిర్విశ్వములను గుర్తించిరి. ఇంతే కాక ఈ దూరములో హీన ప్రకాశములుగా ఉండి మనకు కన్నుడని గ్రుడ్డు ఆకారపు కుబ్జ జ్యోతిర్విశ్వములు పెక్కులుండవచ్చునని భావించుచున్నారు. రెండు వేల మిలియను కాంతివత్సరముల దూరములో నున్న హైడ్రా పుంజము నేటి వరకు కనుగొన బడిన సుదూరపు జ్యోతిర్విశ్వ పుంజము. ఇంత వరకు అనేక వేల పుంజములను కనుగొన్నారు. జ్యోతిర్విశ్వ పుంజములన్నియు కలిసి మరియొక మహా పుంజము (Super Cluster of Galaxies) గా ఏర్పడి యుండ వచ్చునను అనుమానము కూడ కలుగుచున్నది. స్థానిక పుంజమును కలిగియున్న మహాపుంజము యొక్క పరిమాణము 125 మిలియను కాంతిసంవత్సరములని భావించ బడుచున్నది.

**జ్యోతిర్విశ్వములు - దూరములు:**

దగ్గరలో నున్న జ్యోతిర్విశ్వములలోని అత్యంత కాంతివంతములైన నక్షత్రములను దూరదర్శినులతో చూడవచ్చును. వస్తుప్రకాశము దాని దూరపు వర్గమునకు విలోమానుపాతముగ మారునన్న సూత్రము నుపయోగించి, జ్యోతిర్విశ్వము లోని కాంతివంతమైన నక్షత్రము యొక్క అభివ్యక్త ప్రకాశమునకు, దాని యథార్థ ప్రకాశమునకు గల సంబంధము నుండి జ్యోతిర్విశ్వముల దూరములను కనుగొన వచ్చును. ఈ పద్ధతికి ఆర్.ఆర్.త్వేరే మరియు సెఫియై వృద్ధిక్షయ నక్షత్రములు ఉప

యోగపడును. వీటికి గల ఆవర్తన కాలము-  
దీప్తి సంబంధము నుపయోగించి వాటి యధార్థ  
ప్రకాశమును కనుగొనవచ్చును. బాహ్య జ్యోతి  
ర్విశ్వముల దూరములను కొలుచుట కుపయోగించు  
ఇతర అంతరిక్ష స్వరూపాలు : (1) అత్యధిక  
కాంతితో నున్న నోవాలు. (2) జ్యోతిర్విశ్వములోని  
అత్యధిక కాంతిగల నక్షత్రాలు, (3) ఉద్గార రేఖలు  
(Emission Lines) ఉన్న నెబ్యూలాల పరి  
మాణం. చాల దూరంలో ఉన్న జ్యోతిర్విశ్వము  
లలో విడి నక్షత్రములను చూడకున్నపుడు, జ్యోతి  
ర్విశ్వపు మొత్తపు కాంతిపరిమాణమును దూర  
మునకు కొలబద్ధంగా వాడుదురు. జ్యోతిర్విశ్వ  
ములు కాంతిపరిమాణములో విభిన్నములుగా  
ఉన్నను, జ్యోతిర్విశ్వ పుంజములో అత్యధిక  
కాంతిని కలిగిన పది జ్యోతిర్విశ్వముల సగటు  
కాంతి పరిమాణము అన్ని పుంజములకు ఒకటిగనే  
ఉండును. ఈ సగటు కాంతిపరిమాణమును  
జ్యోతిర్విశ్వ పుంజము యొక్క దూరమును కను  
గొనుటకు ఉపయోగింతురు.

దూరము - అరుణ విస్థాపనము (Red  
Shift):

జ్యోతిర్విశ్వముల నుండి వచ్చుచున్న కాంతి,  
అందున్న అన్ని నక్షత్రముల కాంతుల సమ్మిళిత  
రాసిగా ఉండును. ఇందుచేత జ్యోతిర్విశ్వపు వర్ణమాల,  
అందలి వివిధ నక్షత్రముల వర్ణమాలల కూడికగా  
ఉండును. ఈ వర్ణమాలలో జ్యోతిర్విశ్వములోని  
అతి ముఖ్యమైన నక్షత్రముల వర్ణమాలలోని  
కొన్ని విశిష్ట రేఖలు (Absorption Lines)  
మాత్రమే కాన్పించును. స్థానిక పుంజములోని  
ఏ కొద్ది జ్యోతిర్విశ్వముల వర్ణమాలలోని రేఖలో  
తప్ప మిగిలిన అన్ని జ్యోతిర్విశ్వములలోని వర్ణ  
మాల రేఖలు హెచ్చు తరంగ దైర్ఘ్యముల వైపు  
విస్థాపనము చెందినట్లు కనుగొన్నారు. దాష్టర్య  
సిద్ధాంత ప్రకారము, వెలుతురు నిచ్చు ఏదైన

స్వరూపము మననుండి దూరముగా పోవుచున్న  
యెడల, దాని వర్ణమాలలోని రేఖల తరంగ  
దైర్ఘ్యము హెచ్చినట్లు కన్పించును. దీనిని బట్టి  
విశ్వములోని జ్యోతిర్విశ్వములన్నియు మననుండి  
దూరముగా పోవుచున్నట్లు కన్పించుచున్నది. ఇంతే  
కాక దూరముగా పోవుచున్న వీటివేగములు ఆయా  
జ్యోతిర్విశ్వముల దూరములతో సరళ సంబంధము  
కలిగియున్నట్లు కనుగొనబడినది. వేగము -  
దూరముల సంబంధమును హబులు శాస్త్రజ్ఞుడు  
దూరము - అరుణ విస్థాపన (Red Shift)  
సంబంధముగా తెలియ చేసెను దీనిని  $V = Hr$   
అను సూత్రముగా సూచించెదరు ఇందు  $V$  అనునది  
జ్యోతిర్విశ్వపు వేగము;  $r$  అనునది దాని దూరము;  
 $H$  అనునది సమ సంబంధ స్థిరాంకము. దీని  
విలువ 17. కి. మీ/సెకను/  $10^6$  కాంతి సంవత్స  
రాలు. అనగా గెలాక్సీ దూరము  $10^6$  కాంతి  
సంవత్సరాలు, హెచ్చితే దానివేగము సెకనునకు  
17 కి. మీ. హెచ్చుతుంది. ఈ సంబంధమును  
ఉపయోగించి సుదూరములో నున్న జ్యోతిర్విశ్వ  
దూరములను సహితము కనుగొనుటకు వీలు  
కలుగును.

జ్యోతిర్విశ్వము - రేడియో తరంగములు

బాహ్య జ్యోతిర్విశ్వముల నుండి దృశ్య కాంతి  
తరంగములు మాత్రమే కాక రేడియో తరంగములు  
కూడ మనను చేరుచున్నవి. దృశ్యకాంతి తరంగ  
శక్తి కన్న అతితక్కువ స్థాయిలో రేడియో  
తరంగ శక్తినిచ్చు జ్యోతిర్విశ్వములను క్రమ,  
నిర్దిష్టమగు రూపములేని సర్పిల జ్యోతిర్విశ్వములుగ  
గుర్తించిరి. దృశ్య కాంతితరంగ శక్తితో పోల్చి  
నపుడు, హెచ్చుగా రేడియో తరంగ శక్తిని కలిగి  
యున్న స్వరూపములను అసాధారణమైనవిగా  
గుర్తించినారు. వీరిలో క్యాజారులు (Quasi  
Stellar Sources) అత్యధిక శక్తివంత

మైనవి, మరియు అత్యంత ప్రకాశవంతమైనవి. ఫోటో గ్రాఫిక్ ఫ్లేటుపై క్యాజారుల ప్రతిబింబము ఒక నీలి నక్షత్రమువలె కనబడుట చేత వీటిని ఆ పేరుతో పిలుచుచున్నారు. క్యాజారుల వర్ణమాలలో అనేక ఉద్గత రేఖలు కలవు. ఇవి హెచ్చు తరంగ దైర్ఘ్యముల వైపు విస్తాపనము (Red Shift) చెందినట్లు కనుగొనబడినది. దీనిని బట్టి క్యాజారులు మననుండి హెచ్చు వేగములతో దూరముగా పోవుచున్నట్లు కన్పించుచున్నది. దూరము-ఆరుణ విస్తాపనము (Red Shift) సూత్రము ననుసరించి, క్యాజారులు మననుండి అత్యధిక దూరములో నున్న స్వరూపములుగా తెలియు చున్నది. ఇంత దూరములో నుండి నక్షత్రమువలె నున్న స్వరూపములు మనకు కనబడుచున్న వనగా, ఇవి

అత్యధికముగా శక్తిని వికిరణము చేయవలెనుకదా? సగటు జ్యోతిర్విశ్వముల కన్న ఇవి నూరుకెట్లు హెచ్చు శక్తిని వికిరణము చేయుచున్నట్లు తెలియుచున్నది. ఇంతేకాక క్యాజారులు ఒకనెల ఆవర్తన కాలము (Period) లో కాంతిమార్పును పొందుచున్నట్లుగా కనుగొన బడినది. దీనిని బట్టి క్యాజారుల పరిమాణము కొద్ది కాంతిసంవత్సరముల కన్న హెచ్చుగా ఉండదని తేలుచున్నది. ఇంత తక్కువ పరిమాణములో నున్న స్వరూపముల నుండి  $10^{12}$  సూర్యుల శక్తికి సమమగు శక్తి ఎటుల ఉద్భవించుచున్నదనునదియే నేడు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులను వేధించుచున్న క్లిష్ట సమస్య.

మూలం: (ఆంగ్లము) యన్. బి. సన్యాల్.  
(తెలుగు) డా. యం. బి. కె. శర్మ.

## 238. రేడియో ఖగోళ శాస్త్రము

**ఉపోద్ఘాతము :-**

భౌతికమగు విశ్వాన్ని పరిశోధించు శాస్త్రమే, ఖగోళ శాస్త్రము. క్రింద పొందు పరచిన నభో మూర్తుల్ని ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు పరిశీలిస్తాడు :

సూర్యుడు, నవగ్రహాలు, వాటి ఉపగ్రహాలు, లఘు గ్రహాలు, తోక చుక్కలు, ఉల్కలతో కూడిన సూర్య కుటుంబము;

వివిధ పరిమాణాలు, ద్రవ్యరాశులు, ఉష్ణోగ్రతలు గల కోటాను కోట్ల నక్షత్రాలను కలిగియున్న పాలపుంత (మన జ్యోతిర్విశ్వము);

సర్పిల, అండాకార, గోళాకారాది వివిధ ఆకారాలు కలవియు, సరియగు స్వరూపము లేనట్టివియు అగు కోటాను కోట్ల బాహిర జ్యోతిర్విశ్వాలు;

నక్షత్ర అంతరాళాలల్లోను, జ్యోతిర్విశ్వ అంతరాళాలల్లోను ఉన్న వాయువు, ధూళి కణములు.

**కాశ్మిక్ కిరణకణములు, అయస్కాంత క్షేత్రములు:**

కొద్ది కాలము క్రితము వరకు పైన పేర్కొనబడిన ఖగోళ మూర్తులతో నిండి ఉన్న విశ్వమును గురించి, ఈమూర్తులు వెలువరించుచున్న దృశ్యకాంతి వికిరణమును పరిశోధించి ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు తెలిసికొన్నాడు. భూమి మీద వాతావరణం 0.4 మైక్రాను (1 మైక్రాను =  $10^{-4}$  సెం. మీ.) నుండి 0.8 మైక్రాను వరకు గల దృశ్య వికిరణానికి పారదర్శకంగా ఉంది. వాతావరణానికి గల ఈ పారదర్శక గుణాన్ని “ఆప్టికలు విండో” (optical window) అని పిలుస్తారు. దీని వలననే ఖగోళ మూర్తుల నుండి వచ్చుచున్న కాంతి తరంగాలను శాస్త్రజ్ఞులు పరిశీలించ గల్గుట, దృశ్యమాన దూర దర్శినుల వలన ఖగోళ స్వరూపాల్ని చూచుట,

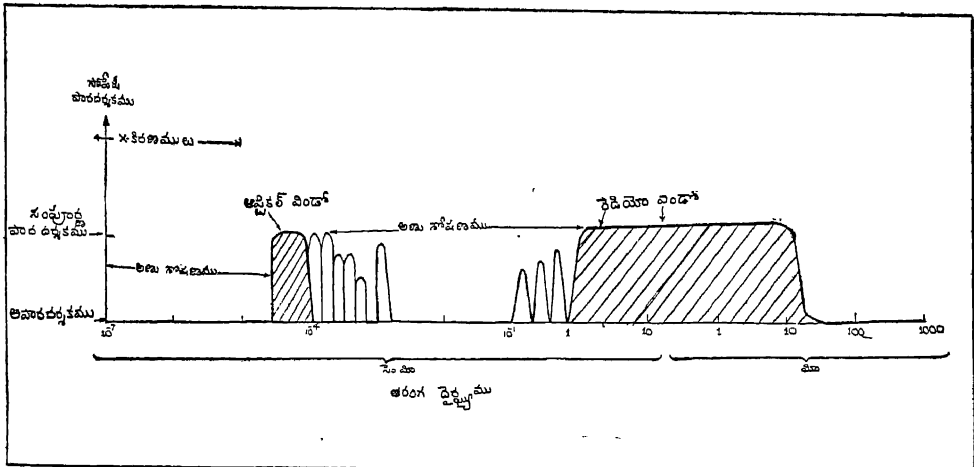
దూరదర్శినులకు అమర్చిన కెమెరాల ద్వారా ఫోటోలు తీయుట, వీటికి అమర్చిన వర్ణమాలా గ్రాహకల ద్వారా ఖగోళస్వరూపముల వర్ణమాలలను పొందుట జరిగింది. ఇట్టి పరిశోధనా ఫలితముగ శాస్త్రజ్ఞులు ఖగోళమూర్తుల ఆకారాల్ని, వాటిపై గల గుర్తుల్ని పరిశీలించడానికి అవకాశం కలిగింది. ఇలాగే ఖగోళ స్వరూపాల యొక్క, వాటి వాతావరణం యొక్క రసాయనిక సంవిధానం, ఉష్ణోగ్రత, ద్రవ్యరాశి, చలనములు, దూరములు, పరిమాణాలను గూర్చి కూడ తెలిసికొనడం జరిగింది. ఇన్ని వివరముల నెరిగిన ఆనంతరం మహా విశ్వం యొక్క జనన మరణములను గూర్చిన సిద్ధాంతాలు అనేకం చేయడానికి వీలు కలిగింది.

దృశ్యమాన దూరదర్శినుల సుపయోగించి సుమారు 350 సంవత్సరముల నుండి విశ్వ పరిశోధన జరుగుతోంది. ఈ పరిశోధనల వలన విశ్వాన్ని గూర్చిన వివరాలు అనేకం తెలిసాయి. కాని భూమిపై నుండి చేయు దృశ్యమాన ఖగోళ పరిశోధనలకు పరిమితి ఏర్పడింది. ఆమెరికాలోని కాలిఫోర్నియా రాష్ట్రంలో గల 200-అంగుళాల దూరదర్శిని, కంటితో చూడకలుగు స్వరూపం కన్న 10 మిలియను రెట్లు తక్కువ కాంతి కల్గిన స్వరూపాల్ని ఫోటోలు తీయ గల్గిన శక్తి కల్గి ఉన్నప్పటికీ, అది మారు బిలియన్ల కాంతివత్సరాల దూరం మాత్రం చూడగలదు. ఇందుచేత, ఇంత కన్న పొడవు దూరాల్ని పరిశోధించడానికి ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులకు నూతన పరికరాల అవసరం ఎంతగానో ఏర్పడింది.

అవరోకనా శాస్త్రాలలో ఖగోళశాస్త్రం అతి ప్రాచీనము కాగా, రేడియో ఖగోళ శాస్త్రము నవీనమైనది. ఖగోళ స్వరూపాలు ప్రకృతి సిద్ధంగా

వికిరణ చేయుచున్న రేడియో తరంగముల ద్వారా విశ్వ పరిశోధన చేయునదియే, రేడియో ఖగోళ శాస్త్రము. తొలుత చెప్పిన ఆప్టికలు విండోవరి వాతావరణములో నున్న మరియొక పారదర్శక భాగమే “రేడియో విండో” (Radio Window). ఇది ఒక సెంటిమీటరు నుండి అనేక మీటర్ల దైర్ఘ్యము కల్గిన రేడియో తరంగములకు పారదర్శకముగా నుండును. విద్యుదయస్కాంత వికిరణములో పైన చెప్పిన రెండు విండోల వ్యాప్తిని క్రింది పటములో చూడవచ్చును.

తలచి, దానిని కనుగొనుటకై పరిశ్రమించిరి. వీరుపయోగించిన “కొపెరరు” అను రేడియో గ్రాహక యంత్రము శక్తిహీనమైన దగుటచే, వారి పరిశోధనలు విఫలమయినవి. ఇటుల విఫలమైన ప్రారంభ పరిశోధనల అనంతరము, భూమి కన్న ఇతరమగు స్వరూపముల నుండి వచ్చుచున్న రేడియో తరంగములను కనుగొనుటకు ముప్పది సంవత్సరములు పట్టెను. అనుకోని పరిస్థితులలో కారల్ జాన్స్కి (Karl Jansky) అను అమెరికను రేడియో ఇంజనీయరు 1932 సం॥లో



పటము 1. ఆప్టికల్ విండో, రేడియో విండోల వ్యాప్తి.

1888 సం॥లో హెన్రిక్ హెర్ట్జ్ (Henrich Hertz) ప్రయోగశాలలో రేడియో తరంగములను కొలిచిన నాటినుండి రేడియో తరంగ విజ్ఞాన శాస్త్రము ఉద్భవించినదని చెప్పవచ్చును. రేడియో తరంగముల అవిరూపము తర్వాత, 19 వ శతాబ్ది చివర, సర్ ఆలివర్ లాడ్జి (Sir Oliver Lodge) బ్రిటనులోను, విల్సింగ్, షెయినరు, (Vilsing, Shiner) అను వారు జర్మనీలోను, చార్లెసు నార్థమను (Charles Nordman) ప్రాన్సులోను, సూర్యుని నుండి దృశ్యమానవికిరణమే కాక రేడియో తరంగ వికిరణము కూడా వచ్చుచున్నదని

ఇట్టి రేడియో తరంగములను కనుగొనెను. ఈతడు 1928 సం॥ నుండి అమెరికాలోని బెల్ డెలిఫోను ప్రయోగశాలలో పనిచేయుచుండెను. సముద్రగిర్భంగుండా ఖండాంతరాలకు వేయబడిన డెలిఫోను సర్క్యూట్లు వాతావరణములోని అలజడులచే ఎటుల ప్రభావితము నొందునో తెలిసికొను బాధ్యత ఇతనిపై బడినది. ఈ పరిశోధనలకై ఇతడు 14.6 మీటర్లు (అంటే పౌనఃపున్యము = 20.5 కి మెగా హెర్ట్జ్ MHZ; 1 హెర్ట్జ్ HZ = సెకనుకు ఒక సైకిలు, 1 MHZ = సెకనుకు మిలియను సైకిలు) తరంగ దైర్ఘ్యము వద్ద పని చేయుచు,

ఏటుపడితే అటు తిరిగి, ఆకాశంలో నిర్దిష్ట ప్రదేశాల వైపు గురిచేసి ఉండగల రేడియో వీరియలును నిర్మించెను. ఈ వీరియలును, దానికి గల సహగ్రాహక పరికరములను ఉపయోగించి ఈతడు వాతావరణములోని రేడియో అలలుగల గుణగణములను, తీక్షణతలను, కాలము - దిక్కుల సంబంధముగా పరిశోధనలు చేసి అనేక విజ్ఞానదాయక విషయములను సేకరించెను. వీటిని జాగ్రత్తగా పరిశీలన చేసి అతడు 1932 సంవత్సరపు ఆఖరికి ఒక ప్రదేశములో రేడియో తరంగగ్రాహమునకు అడ్డవచ్చుచున్న క్రింది విషయములను గ్రహించెను.

(1) ఆ ప్రదేశములో వచ్చిన ఉరుములు, మెరుపుల నుండి వెలువడిన రేడియో తరంగములు,

(2) ఎచ్చటనో దూర ప్రదేశాలలో కలిగిన ఉరుములు, మెరుపుల నుండి వెలువడిన రేడియో తరంగములు,

(3) భూమిపై నుండి కాక, పాలపుంత కేంద్ర స్థానము దగ్గరనుండి మార్పు నొందకుండా నిరంతరము వెలువడుచున్న రేడియో తరంగములు, ఈ తరంగములు పొచ్చు తీక్షణముగ పాలపుంత కేంద్రము నుండి ఉద్గారమవుతున్నవని ఈతడు ప్రయోగపూర్వకముగా చూపగల్గెను. ఇటుల నలువది (40) సంవత్సరముల క్రితము “కారల్ జాన్సిక్”, విశ్వములో భూమికాక ఇతరప్రదేశముల నుండి రేడియో వికిరణము జరుగుచున్నదని నిరూపించిన నాటినుండి రేడియో ఖగోళ విజ్ఞానము అభివృద్ధి చెందినదని చెప్పవచ్చును.

జాన్సిక్ చేసిన ప్రయోగ ఫలితముల తొలి ఉద్రేకము అతిత్వరలోనే సమసిపోయెను. ఈ ఫలితముల నెవరును అంతగా పట్టించుకొనరైరి. ఈతడు కనుగొనిన విశ్వరేడియో తరంగ సంశ్లీర్ణని తీక్షణత తక్కువ స్థాయిలో నుండుటచేత దాని కీయవలసిన ప్రాముఖ్యమును ఎవరును ఇవ్వరైరి.

మానవ దైనిక జీవితానికి ఉపకరించు పరిశోధనలకే ఆనాడు ఎక్కువ ప్రాముఖ్యము ఇచ్చుటచే విశ్వరేడియో తరంగ సంశ్లీర్ణమును పరిశోధించుటకు కావలసిన పరికరములను సమకూర్చుకొనుటకు ఈతనికి ఎనడును సహాయపడ రైరి. తన పరిశోధనా ప్రాముఖ్యముపై జాన్సిక్కి చాల నమ్మకమున్నను అతనిపై ఆధికారులకు, నాటి ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులకు, రేడియో ఇంజనీయర్లకు, దీనిని అనుసరించి ముందుకు పోవు విషయములో సందేహములు కలిగెను. ఈ కారణముచే రేడియో ఖగోళ విజ్ఞానము శ్రేణి వదళలో నివురుగప్పిన నిప్పువలె ఉండిపోవలసి వచ్చెను. ఈ స్తబ్ధత కొన్ని సంవత్సరముల వరకు మాత్రమే ఉండెను. ఆ కాలములో అమెరికాలోని ఇలినాయిసు రాష్ట్రములో వీటను అను ప్రదేశమందు నివసించుచు రేడియో శాస్త్రమందు అభిరుచి కలిగిన గ్రోటీ రెబరు ( Grote Reber ) అను నతడు జాన్సిక్ యొక్క పరిశోధనా ఫలితముల గూర్చి తెలిసికొని వాటి ప్రాధాన్యమును గుర్తించెను. వెను వెంటనే ఈతడు రెండు ముఖ్య విషయముల గూర్చి పరిశోధించుటకు నిశ్చయించెను. అవి : (1) ఒకే పౌనఃపున్యము కలిగిన రేడియో తరంగముల తీక్షణత, ఏయే ప్రదేశములలో ఎట్టి మార్పును పొందుచున్నది ? (2) ఆకాశములో ఏదేని ఒక ప్రదేశము నుండి వచ్చుచున్న విశ్వ రేడియో తరంగముల తీక్షణత పౌనఃపున్యములో ఎట్టి మార్పును పొందుచున్నది ?

పై సమస్యలను సాధించుటకు ఈతడు తన ఇంటి పెరటిలో 31 అడుగుల (9.45 మీటర్లు) వ్యాసము గల ఒక పర వలయ దర్పణ ఏర్పాటును నిర్మించెను. దీనికి 1.87 మీటర్లు (160 MHZ పౌనఃపున్యం) తరంగ దైర్ఘ్యముగల రేడియో తరంగములను గ్రాహకము చేయగల పరికరములను జతపరచెను. ఈ రెంటి సహాయముతో పాలపుంత నుండి వచ్చుచున్న రేడియో తరంగములను

ఆతడు గ్రహింపగలిగెను. విజయవంతమైన తన పరిశోధనా ఫలితములచే పురికొల్పబడి, ఈతడు తర్వాత క్రమబద్ధముగా ఆకాశమును పరీక్షించుటకు మొదలు పెట్టెను. ఈ పరిశోధనా ఫలితములనే తర్వాత ఈతడు 160 MHZ వద్ద ఆకాశములో వచ్చుచున్న నేపథ్య రేడియో తరంగముల పటముగా ప్రకటించెను.

రేబరు ప్రకటించిన పటములో రేడియో తరంగ వికిరణము అత్యధికముగా ధనుస్సురాశియందును, దీనికన్న కొంచము తక్కువగా సిగ్గును, కెసి యోపియా, కేనిసు మేషరు, వప్పీసు రాశులందును ఉన్నట్లు చూపబడినది. ఈ వికిరణము పెరిసియసు గాళిలో అత్యల్పముగా నున్నది. రేబరు గీసిన ఈ పటములే రేడియో ఖగోళ విజ్ఞాన శాస్త్రములోని మొదటి క్రమబద్ధమైన ఆసలోకనా ఫలితములు. నాడు రేబరు నిర్మించిన ఏంటినా గ్రాహక పరికరములే నేటి అత్యాధునిక పరికరములకు నమూనా లైనవి. జాన్సిక్ పరిశోధనల తర్వాత రెండవ ప్రపంచ యుద్ధమునకు ముందు రేబరు అకుఁరిక డీక్షతో చేసిన ప్రయోగములే, ఆనాటి రేడియో ఖగోళశాస్త్ర పురోభివృద్ధికి సూచికలు.

సూర్యుడు - రేడియో తరంగములు ;

1943 సెప్టెంబరు నెలలో రేబరు సూర్యుని నుండి రేడియో తరంగ ఉద్గారమును కనిపెట్టెను. చారిత్రకముగ 1942 సంవత్సరములోనే ఇంగ్లాండు లోని జేమ్సు హే (James Hey) అను నాతడు సూర్యుని నుండి మీటరు తరంగ దైర్ఘ్యమున్న రేడియో తరంగములను, అమెరికాలో సౌతువర్థు (Southworth) అను నాతడు సెంటిమీటరు దైర్ఘ్యముగల రేడియో తరంగములను, కనుగొనిరి. ఈ పరిశోధనలు సౌరరేడియో ఖగోళ విజ్ఞానము నకు పునాదులు వేసెను.

రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామము తర్వాతి రేడియో ఖగోళశాస్త్ర పురోభివృద్ధి :

రేడియో దూరదర్శినులు :

రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామానంతరము రేడియో ఖగోళ విజ్ఞానమునకు ప్రాముఖ్యము పెచ్చెను. యుద్ధకాలములో రాడారు పరికరమునందు కల్గిన అభివృద్ధి, ఏరియల్సు నందును గ్రాహక పరికరము లందును పాచ్చు సూక్ష్మగ్రాహకతను ప్రవేశ పెట్టెను. అభివృద్ధి చెందిన పై పరికరములను విశ్వమునుండి వచ్చుచున్న రేడియో తరంగముల పరిశోధనలకు ఉపయోగించుటవలన. ఇవి విశ్వ పరిశోధనల కెంత శక్తివంతముగా ఉపకరించునో తెలిసివచ్చినది. విశ్వములోని వివిధ భాగముల రహస్యములు తెలిసికొనిన తర్వాత విశ్వపు లోతుల నింకను, అన్ని కోణములలో, పరిశోధించవలెనను జిజ్ఞాస, రేడియో ఖగోళ విజ్ఞానికి కలిగింది. ఈ జిజ్ఞాస తీరుటకు పాచ్చు సూక్ష్మగ్రాహకత, పుథ క్కరణ సామర్థ్యముగల మిక్కిలి పెద్దవైన రేడియో దూరదర్శినులను నిర్మించుటకు అతడు పూనుకొన్నాడు. ఈ వేర్వేరు గుణగణములను కలిగియుండు అనేక రకముల రేడియో దూరదర్శినులను రేడియో ఇంజనీరు, ఖగోళ విజ్ఞాని కలిసి రూపకల్పన చేసిరి. ఆకాశములోని ఏ బిందువుకైనా, గురిపెట్టుటకు దూరదర్శినిని తిప్పటకు వీలుగా వీనిని నిర్మించిరి. ఒకే సారి ఈ దూరదర్శినుల నుండి అనేక పౌనఃపున్యములు గల రేడియో తరంగములను పొందవచ్చును. ప్రస్తుతము ఉపయోగములో నున్న పెద్ద రేడియో దూరదర్శినులలో ముఖ్యమైనవి జోడ్రలు బేంకు (ఇంగ్లాండు)పార్కు (ఆస్ట్రేలియా), గ్రీను బేంకు (అమెరికా) ఆర్ల్స్ క్రిస్ పార్కు (కెనడా), బాన్ (జర్మనీ) లలో ఉన్నాయి. ఇచ్చటి దూరదర్శినుల వ్యాసములు వరుసగా: 76.3; 84.0; 42.7; 45.7; 100.0 మీటర్లు. వీటిని నిర్మించడం చాల వ్యయ

ప్రయాసలతో కూడినది. ఈ కారణమున, ఖగోళ విజ్ఞానులు భూమిలో వర్తుల స్తంభాకారములో గాని, అర్ధ గోళాకారములో గాని, గోతులను త్రవ్వి, వీటికి రేడియో తరంగములను పరావర్తనముచేయు పదార్థములతో పైపూత పూసిరి. ఇట్టి దూరదర్శినులను ప్యూర్టారికోలోని "ఆరిసిబో" అనుచోటను, ఆమెరికా లోని ఇలినాయిస్ లోను నిర్మించిరి. పరవలయ పల్లెపు రూపములో నుండు రేడియో దూరదర్శిని నొక దానిని క్రింది పటములో చూడవచ్చును.

ఖర్చు తక్కువతో, హెచ్చు సూక్ష్మగ్రాహకత్వమును పృథకరణకు సామర్థ్యమును కల్గిన దూరదర్శినులను శాస్త్రజ్ఞులు సూక్ష్మపద్ధతుల నుపయోగించి నిర్మించిరి. ఇట్టి పద్ధతులతో తొలి రోజులలో నిర్మించిన సాధనమే "రేడియో వ్యతిరేక మాపకము" (Radio Interferometer) చాల దూరములోనున్న రెండు రేడియో దూరదర్శినులు ఆకాశములోని ఒక రేడియో స్వరూపమును ఏక సమయములో ఆవలోకించును. ఈ రెండు దూరదర్శినులు



పటము 2. పరవలయపు పల్లెము కలిగిన రేడియో దూరదర్శిని.



గ్రహించిన రేడియో తరంగములను కొన్ని వద్ద తుల ద్వారా కలిపి పరిశీలించిన వచ్చు ఫలితము, ఈ రెండు దూరదర్శినుల మధ్యనున్న దూరమంత వ్యాసమున్న, ఒక దూరదర్శినిని ఉపయోగించి, చేసిన ప్రయోగ ఫలితమునకు సమానముగా ఉండును. ఈ పద్ధతివలన ఆకాశములో 0.0001 సెకను (చావకోణము) ఎడములో నున్న రెండు స్వరూపములను వేరుచేయగల్గిరి. ఈ పద్ధతిని “అపర్చుర సింథసిసు” “సూపరు సింథసిసు” అను పద్ధతులుగా అభివృద్ధిచేసిరి. వాటిని ఇచ్చట వర్ణించుట చాల కష్టము.

మీటరు, డెకామీటరు తరంగదైర్ఘ్యముల వద్ద వేరొక పరికరమును వాడుదురు, ఇవి “క్రాసు”, “T” వంటి పరికరములు. వీనికి 20 సంవత్సరముల క్రితము ప్రొఫెసరు మిల్స్ (Prof. Mills) ఆస్ట్రేలియాలో రూపకల్పన చేసెను. మరి కొన్ని దూరదర్శినులకు అపురూప రూపకల్పనలు ఉన్నవి. ఇట్టి పెద్ద దూరదర్శినులలో ఒకటి తమిళనాడులోని ఉదకమండలంలో ఉన్నది. దీనిని గూర్చి ముందు ముందు తెలిసికొందాము.

పెద్దవియు, సూక్ష్మమైనవియు అగు దూరదర్శినులకు తోడు, ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములలో వచ్చిన మంచి మార్పువలన రేడియో ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు తక్కువ సంఖ్యముగల గ్రాహక పరికరములను చేసికొనుటకు వీలు కలిగెను. ఈ కారణముగా రేడియో ఖగోళ పరిశోధనలు, విశ్వపు అంచులను దూరము చేసినవి. కడచిన నలుబది సంవత్సరములలో ఈ శాస్త్రమందు కన్పించిన అభివృద్ధి వర్తనా తీతము. ఒకదాని సరసను మరియొకటిగా అనేక ముఖ్యమైన వింత విషయములు బయలుపరచబడ్డాయి. వీటి నన్నిటి గూర్చి విపులముగా ఈ వ్యాసములో వ్రాయుటకు వీలులేదు. వీనిలో కొన్ని ముఖ్య విషయములను మాత్రము క్రింది పేరాలో వివరింపుట జరిగినది.

అవిచ్ఛిన్న రేడియో వికిరణము ;

వెనుకటి పుటలలో రేబరు చేసిన పరిశోధనల వలన ధనుస్సురాశి నుండి అత్యధికముగను, సిగ్గుసు, కెనియోపియా, కేనిసు మేజరు, వచ్చిసు రాశుల నుండి దీనికన్న కొంచెము తక్కువగను రేడియో వికిరణము వచ్చుచున్నదని తెలిసికొంటిమి. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధ ఆనంతరము కొన్ని సంవత్సరముల కాలము తర్వాత, నేపథ్య రేడియో వికిరణమునకు భిన్నమైన వికిరణమును ఆకాశములో కొన్ని డజనుల వివిక్త లేక స్థానిక ప్రదేశముల నుండి గ్రహించుట జరిగినది. ఈ వివిక్త ప్రదేశములు ఆకాశములో ఎట్టి దృశ్యమాన స్వరూపము వద్ద నున్నట్లు కన్పడలేదు. ఇంతేకాక, ప్రకాశవంతమైన సిరియసు వంటి నక్షత్రముల నుండి రేడియో వికిరణము గ్రహింపబడలేదు. ఈ విధమున, ప్రకాశవంతమగు దృశ్యమాన నక్షత్రముల నుండి వేరుచేయుటకై, వివిక్త రేడియో స్వరూపములకు “రేడియో నక్షత్రములు” (Radio Stars) అని పేరు పెట్టిరి. ఇట్టి స్వరూపములలో ఒకటగు “క్రాబు నెబ్యులా” (Crab Nebula)ను 1948 సం॥లో కనుగొన్నారు. ఈ నెబ్యులా “సూపరు నోవా” (Super Nova) యొక్క వాయు శేషముగా ఆదిలో గుర్తించినారు. (క్రి.శ. 1054 సం॥లో చైనీయులు అవలోకించిన ఒక నక్షత్రపు భయంకర ప్రేలుడు యొక్క అవశేషమే ఈ క్రాబు నెబ్యులా). ఇది ఆరువేల కాంతి సంవత్సరాల దూరములో ఉంది. పాలపుంతకు బాహిరముగా ఉన్న ఏండ్రోమేడా జ్యోతిర్విశ్వమును మరియొక హీన ప్రకాశ రేడియో తరంగ ఉత్పత్తి స్థానముగా గుర్తించినారు. ఏండ్రోమేడా జ్యోతిర్విశ్వము, పాలపుంతకు రెండు మిలియను కాంతి సంవత్సరముల దూరములో నున్న అతి సమీప బాహిరసర్పిల జ్యోతిర్విశ్వము. ఇదే సంవత్సరములో సిగ్గుసు (Cygnus) నుండి వచ్చుచున్న అత్యధిక శక్తి

వంతమైన రేడియో తరంగ ఉత్పత్తి స్థానమును, అందరి ఒక అసాధారణ రూపముతో పోల్చి గుర్తించిరి. ఈ అసాధారణ స్వరూపము 800 మిలియను కాంతి సంవత్సరముల దూరములో నున్న ఒక జ్యోతిర్విశ్వము. దీని తర్వాత పాలపుంతలోని కేసియోపియా (Cassiopeia) లో నున్న కాంతి హీన నెబ్యులా తునకలను, మరియొక బలమైన రేడియో తరంగ కేంద్రముగా గుర్తించిరి. నూలు పోగులా ఉన్న ఈ నెబ్యులా తునకలను కూడ సూపరు నోవా యొక్క అవశేషములుగా భావించుచున్నారు. 1950 సంవత్సరము నాటికి వివిక్త రేడియో తరంగ కేంద్రమును, వాటికి సంబంధించిన దృశ్యమాన స్వరూపములను గూర్చి మనకు తెలిసిన దింతియే. పెద్దవియగు అనేక దూరదర్శినులు లభ్యమగుటచేతను, అనేక రేడియో ఖగోళ వేధకాలంలో పెద్ద ఎత్తున జరిపిన ఆకాశపరీక్షణము వలనను, తరువాతి రెండు దశాబ్దముల కాలములో అనేకవేల వివిక్త రేడియో తరంగ కేంద్రములను కనుగొనుట జరిగినది. వీనిలో కొన్ని వందల కేంద్రములను దృశ్యమాన స్వరూపములతో పోల్చుట కూడ జరిగినది. వివిక్త రేడియో తరంగ కేంద్రములనుండి వచ్చుచున్న వికిరణము, విస్తారముగ వ్యాపించిన పౌనఃపున్యములను కల్గియున్నది. ఇట్టి వికిరణమును “అవిచ్ఛిన్న వికిరణము” అని పిలుతురు. అవిచ్ఛిన్న రేడియో తరంగములను వికిరణము చేయుచున్న స్వరూపములు పాలపుంతలోనే గాక దానికి బాహిరముగ కూడ ఉన్నవి. ఈ స్వరూపములను-పాలపుంత సంబంధమయినవానిని, తద్వ్యతిరేకమయినవానిని రెండు ముఖ్య విభాగములుగా చేసిరి. అవి :

1. ఉష్ణధారణ వికిరణ గుణములను కల్గినవి.
2. ఉష్ణధారణ కాని పద్ధతిలో వికిరణమును ఉద్గారము చేయునవి.

ఎలక్ట్రానులు, ధనావేశిత అయానులు (ప్రోటా

నులు) ఒకదానితో వేరొకటి తారస్థిబ్బట వలన ఉష్ణధారణ వికిరణము ఉద్గారమగును. హెచ్చు ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న ధనావేశిత అయానుల దగ్గరగా ఎలక్ట్రానులు సంఘటించినప్పుడు, వాటి సందారమునకు అవరోధ మేర్పడి, వికిరణము ఉద్గారమగును. హెచ్చు ఉష్ణోగ్రత కలిగి, ప్రకాశవంతముగా ఉన్న నక్షత్రముల దగ్గర నుండుటచే అయస్కాతము చెందిన వాయు నెబ్యులాచే, ఉష్ణధారణ వివిక్త రేడియో తరంగ కేంద్రాలు. వీనిని H II మండలాలని పిలుస్తారు. ఒరయను నెబ్యులా (Orion Nebula) ఇట్టి వాటిలో ప్రసిద్ధమైనది.

H II మండలములు కాని రేడియో తరంగ కేంద్రములు, ముఖ్యముగా ఉష్ణధారణకాని పద్ధతిలో-రేడియో తరంగ వికిరణమును చేయును. దీనిని “సింక్రోట్రాను” పద్ధతి అని అంటారు. అతివేగముతో - కాంతివేగమునకు సమమైన వేగముతో - నున్న ఎలక్ట్రానులు అయస్కాంత క్షేత్రములలో సర్పిలాకార కక్ష్యలలో తిరుగుచున్నప్పుడు సింక్రోట్రాను పద్ధతిన రేడియో తరంగ వికిరణము జరుగును. క్రాబు నెబ్యులావంటి సూపరు నోవా అవశేషాలును, తక్కువ శక్తితో రేడియో తరంగములను వికిరణము చేయుచున్న ఏండ్రోమెడా జ్యోతిర్విశ్వమువంటి క్రమ జ్యోతిర్విశ్వములును, అత్యధిక శక్తితో రేడియో తరంగముల వికిరణము చేయుచున్న సిగ్నసులోని స్వరూపములవంటివియు, రేడియో తరంగములను ఈ పద్ధతిన ఉద్గారమొనర్చుచున్న వివిక్త స్వరూపములు.

అధికముగా అతినీలలోహిత (Ultra Violet Excess) వికిరణమును, హెచ్చు తరంగ దైర్ఘ్యముల వైపు అధికముగా నిష్కాపనము చెందిన వర్ణమాలా రేఖలను గల్గిన దృశ్యమాన స్వరూపములను కొన్నిటిని 1970 సం॥ తర్వాత అవిచ్ఛిన్న రేడియో వికిరణము నిచ్చుచున్న స్వరూపములుగా

గుర్తించినారు. దూరముగా నున్న కాంతి స్వరూపములు మననుండి ఇంకను దూరమునకు వేగముగా పోవుచున్నప్పుడు వీటి వర్ణమాలలోని అన్ని రేఖలు పెచ్చు తరంగ దైర్ఘ్యముల వైపు విస్తాపనము చెందును. ఇట్టి రేడియో స్వరూపములను "నక్షత్ర స్వరూప రేడియో తరంగ కేంద్రము" లేక "క్వాజారు" (Quasar) అని అందురు. ఖగోళశాస్త్ర అవలोकనములలో క్వాజారులను కనుగొనుట ఉత్సుకతను ప్రేరేపించు సంఘటనలలో ఒకటి. నేటివరకు వీటి సహజ స్వభావము మనకు అర్థము కాలేదు. అందుచేత క్వాజారులు తమ శాస్త్రజ్ఞానమునకు ఒక గొప్ప సవాలుగా ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు ఎంచుచున్నారు.

అసాధారణము, అనపేక్షితము అగు మరియొక ఖగోళ స్వరూపము అవిచ్ఛిన్న రేడియో తరంగ వికిరణమును, ఉద్గారము చేయుచున్నట్లు 1967 సం॥ చివరినాటికి ఇంగ్లాండులోని కేంబ్రిడ్జి నందలి శాస్త్రజ్ఞులు అనుకొనని విధముగా కనుగొనిరి. ఇవి ఒక నియమిత అంతరము గల్గిన వ్యవధిలో శక్తిని చిన్న స్పందములుగా వికిరణము చేయుచున్నట్లు కనుగొనిరి. ఈ గుణము కలిగిన వగుటచే వీనిని "పల్సారులు" (Pulsars-స్పందించుచున్న రేడియో స్వరూపములకు ప్రాస్య నామము) అని పిలుచుచున్నారు. 1974 సం॥ ఆఖరివరకు 120 ని మించి వీనిని కనుగొన్నారు. ఇవి 0.033 సెకను నుండి 3.7 సెకెనుల వరకు స్పందన కాలమును కలిగియున్నవి. వీనిలో అధిక సంఖ్యయొక్క స్పందన కాలము 0.25 సెకను నుండి 2.0 సెకెండ్ల వరకు ఉన్నది. ఈ స్వరూపములను భ్రమించుచున్న "న్యూట్రాను నక్షత్రములు"గా చాలమంది ఖగోళ విజ్ఞానులు ఏకాభిప్రాయముతో నున్నారు. ఇవి వికిరణము నెట్లు ఉద్గారము చేయుచున్నవి- అను ప్రశ్నకు ఇంత వరకు సమాధానము దొరకలేదు. ఇది శాస్త్రీయ పరిజ్ఞానమునకు ఒక సవాలుగా పరిణమించినది.

అవిచ్ఛిన్న రేడియో వికిరణము సూర్యునినుండి, కొన్ని గ్రహముల నుండి, చలించుచున్న ప్రకాశమును కల్గిన నక్షత్రముల నుండి (అంటే ఈ నక్షత్రముల దృశ్యమాన ప్రకాశము హఠాత్తుగా పెరుగుచుండును.) X - కిరణ నక్షత్రముల నుండి కూడ వచ్చుచున్నట్లు కనుగొనిరి.

అవిచ్ఛిన్న రేడియో తరంగ వికిరణ పరిశోధనల అతి ముఖ్యమైన ఫలితముగా, విశ్వమందంతట నుంచి నేపథ్యముగా వచ్చుచున్నట్లుకనబడినది "30 E మైక్రో తరంగ రేడియో వికిరణము". దీని ఉనికిని సంపూర్తిగా రూఢిచేసిన యెడల, విశ్వమును గూర్చిన సిద్ధాంతముల కెంతగానో ఉపయోగముగ నుండును.

**రేడియో ఖగోళ శాస్త్రము : రేఖావర్ణమాల**

రేడియో వర్ణపటములోని ఏకవర్ణ రేఖల వికిరణము రేడియో ఖగోళశాస్త్ర పరిశోధనలకు ఎంతయో జ్ఞానపుష్టి నిచ్చినది. ఒక ప్రత్యేకమైన తరంగ దైర్ఘ్యము సమీపమున ఉద్గారముగా డిన్నయెడల, దీనిని వర్ణరేఖా వికిరణము అని అందురు. రేడియో ఖగోళశాస్త్రము వుట్టిన 20 సంవత్సరముల అనంతరమునగాని విశ్వాంతరాళమునుండి రేడియో వర్ణరేఖ వికిరణమును గ్రహించుట పడలేదు. విశ్వములో విస్తారముగ ఉన్న తటస్థ ఉదజని పరమాణువులు 21 సెంటిమీటరు (పౌనఃపున్యం : 1420 M H Z) దైర్ఘ్యము గల రేడియో తరంగములను ఉద్గారము చేయునని వేను-డి-హౌట్టు (Van de Hulst) అను దచ్చి ఖగోళ విజ్ఞాని 1945 సం॥లో సైద్ధాంతికముగ ఊహించి చెప్పెను, దీనికి 6 సం॥ తరువాత, అంటే 1951 సం॥లో అమెరికా, ఆస్ట్రేలియా, నెదరులాండ్సు నందలి శాస్త్రజ్ఞులు పాలపుంతలోని తటస్థ ఉదజని పరమాణువుల ఉద్గార మొనర్చిన 21 సెంటిమీటరు దైర్ఘ్యముగల

తరంగములను విజయవంతముగా ఆవలోకించ గలిగిరి. ఖగోళ పరిశోధనలకు ఈ రేఖావికరణము ఒక శక్తివంతమైన పరికరముగా ఉపకరించినది. దీని సహాయముతో పాలపుంతకు గల సర్పిలాకృతిని బహిర్గతము చేయుటయేగాక, ఇతర జ్యోతిర్విశ్వముల ఆకృతులను గూడ తెలిసికొనుటకు వీలు కల్గినది. మన జ్యోతిర్విశ్వమందంతటను గల సాధారణ ఆయస్కాంత క్షేత్రపు టునికిని, కొన్ని జ్యోతిర్విశ్వముల దూరములను, కొలుచుటకు కూడ 21 - సెంటిమీటరు రేఖా పరిశోధనలు ఉపకరించినవి. 1963 సం॥ వరకు రేడియో వర్ణపటములో 21 సెంటిమీటరు రేఖను మాత్రమే కనుగొనిరి. విశ్వాంతరాళములో నున్న 'OH' అణువు వికరణము చేసిన 18 సెంటిమీటర్ల దైర్ఘ్యము గల రేడియో తరంగములను 1963 సం॥లోనే కనుగొనిరి. H II మండల సమీపమున గల OH అణువుల నుండి పొచ్చుగా రేడియో వికరణ ఉద్గారము కనుగొనబడినది. నక్షత్ర అంతరాళము నందలి ధూళిమేఘముల నుండి కూడ వచ్చుచున్న ఈ రేఖలను ఆవలోకించిరి.

1963 సం॥ తర్వాత చేసిన పరిశోధనల ఫలితముగ అనేక వర్ణరేఖలను, విశ్వమునుండి వచ్చుచున్న రేడియో తరంగ వర్ణపటములో కనుగొనిరి. H II మండలములోని ఉదజని పరమాణువులు ఉద్గారము చేయు కొన్ని ముఖ్యమైన రేడియో రేఖలను కనుగొనిరి. ఇవియే కాక నక్షత్ర అంతరాళములోని వాయు, ధూళి మేఘములలో నున్న సుమారు 30 రకముల అణువుల నుండి వికరణ మగుచున్న రేడియో వర్ణమాలారేఖలను గుర్తించిరి. నక్షత్ర అంతరాళములో నీటి బాష్పము, అమ్మోనియా, ఫార్మికు ద్రావకము, ఫార్మాలు డీహైడు, ఫార్మైడు, మిథైలు ఆల్కహాలు, మెథిలెసిటలైను మొదలగు సంశ్లిష్ట రసాయన అణువులను కనుగొనిరి. ఈ విధముగ ఖగోళ రసాయనికశాస్త్రమును

కొత్త విజ్ఞానమును రేడియో ఖగోళ శాస్త్రము ప్రవేశపెట్టెను. పైన పేర్కొనిన సంశ్లిష్ట రసాయనిక అణువులను విశ్వాంతరాళములో కనుగొనుట వలన జీవోత్పత్తికి అవసరమగు అమినోద్రావకముల వంటి వానిని కూడ ఇవట కనుగొన వచ్చునని ఆశించుచున్నారు.

ఇంతవరకు రేడియో ఖగోళశాస్త్రములోని కొన్ని ముఖ్య విషయములను గూర్చి చర్చించాము. మన దేశములో ఈ శాస్త్రీయ పరిశోధనలు ఎటుల జరుగుచున్నవో ఇప్పుడు పరిశీలిద్దాము.

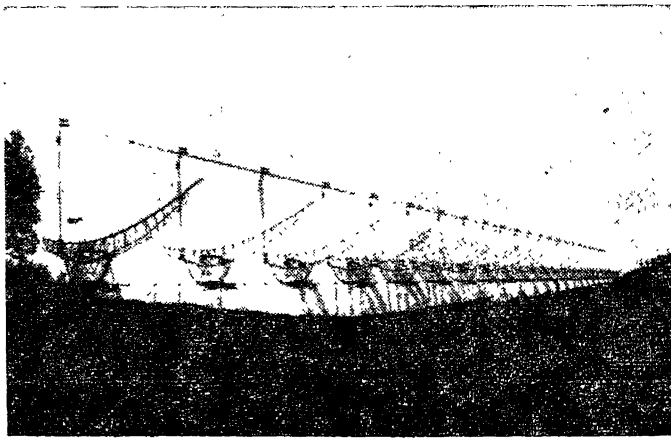
**భారతదేశము - రేడియో ఖగోళశాస్త్రము;**

మన దేశమందలి బొంబాయి నగరములో లాలా మౌలిక పరిశోధనా సంస్థ 1945 సం॥లో స్వర్గీయ డా॥ హామీ, జె. భాభా ఆధిపత్యమున స్థాపించబడినది. వినూత్న శాస్త్రీయ రంగములలో పరిశోధనలు చేయుటకు అన్ని సదుపాయములు ఇచ్చట కల్పించవలెనని ఈ సంస్థ స్థాపనలోని ముఖ్యోద్దేశము. ఇందుచేతనే క్రొత్తగా అభివృద్ధి చెంచుచున్న రేడియో ఖగోళశాస్త్ర రంగములో పరిశోధనల కవకాశము కల్పించు నిమిత్తము, ఇచ్చట రేడియో ఖగోళశాస్త్ర విభాగమును స్థాపించిరి. ఈ విభాగమునకు డా॥ గోవింద్ స్వరూప్ ప్రధాన అధిపతి. ఈతడు, ఇతర భారతీయ శాస్త్రజ్ఞులు, ఇంజనీర్లు కలిసి, ఊహించి, రూపకల్పన చేసి ఒక రేడియో దూరదర్శినిని తమిళనాడులోని నీలగిరి జిల్లాలో ఉపకమండలం దగ్గర నున్న "ముత్తైరై" గ్రామంలో నిర్మించివారు. ఉదకమండలం దగ్గర నున్న రేడియో ఖగోళ శాస్త్ర విభాగము భారత దేశములోని ఇట్టి విభాగముల కెల్ల తలమానికము వంటిది.

ముత్తైరై గ్రామములో విశ్వ రేడియో తరంగముల నణచు అడ్డంకులు ఏవియు లేవు. ఉత్తర - దక్షిణములుగా చాల దూరము వరకు  $11\frac{1}{2}$  డిగ్రీలు

ఏటవాలుగా నున్న కొండచరియ ఒకటి ఇచ్చట ప్రకృతిసిద్ధముగా ఏర్పడినది. ఊటి (ఉదకమండల) రేడియో దూరదర్శిని యొక్క అవుహప రూప కల్పనకు ఇట్టి స్థలపు అవుసరము చాల ఉన్నది. ఊటి పట్టణము యొక్క అక్షాంశము  $11\frac{1}{2}$  డిగ్రీ ఉత్తరము; ఇచ్చటి రేడియో దూరదర్శినియొక్క "అను దైర్ఘ్య అక్షము"ను ఈ కొండ చరియ మీద ఉత్తర దక్షిణములుగా ఏర్పాటుచేసిరి. దీని వలన దూరదర్శిని అక్షము ఎల్లప్పుడును భూ అక్ష మునకు సమానాంతరముగ ఉండి, ఆకాశములో ఏదేని ఖగోళ స్వరూపమును రోజుకు  $9\frac{1}{2}$  గంటల కాలము ఒకే వరుసను దీనితో పరిశోధించుటకు వీలు కలిగినది. ప్రపంచములోని ఏ ఇతర రేడియో ఖగోళ దూరదర్శిని ఇట్టి రూపకల్పనను కలిగి ఉండలేదు.

పొడవున్న 1100 సైయినులెసు స్తీలు తీగలతో ఈ 24 చట్రములు కలపబడినవి. ఈ తీగలు ఒక దాని కొకటి సమాంతరముగ ఉండి, రేడియో తరంగములను పరావర్తనము చేయుట కనువుగా, రేడియో దూరదర్శిని యొక్క పరావర్తన తలముగా పనిచేయును. రేడియో దూరదర్శిని తలముపై పతనమైన రేడియో తరంగములు, దీని నాభిరేఖ (Focal Line) మీదుగా ఏర్పరచ బడిన 968 ద్విధృవముల మీదికి పరావర్తనము చెందును. దూర దర్శిని తూర్పు-పశ్చిమరకు మోటారు యంత్ర సాధనముచే త్రిప్పబడును. ఉత్తర-దక్షిణములకు త్రిప్పుటకు "ఎలక్ట్రికల్ ఫేజింగ్" (Electrical Phasing) అను పద్ధతి నుపయోగింతురు. ఊటి రేడియో దూర దర్శిని 327 M H Z (92 సెంటీమీటర్ల తరంగ దైర్ఘ్యము)వద్ద పనిచేయును. రేడియో స్థావరములను



పటము 8. రేడియో ఖగోళ దూరదర్శిని (ఊటి - ముత్తొరై)

ఊటిలోని రేడియో దూరదర్శిని :

ఊటిలోని రేడియో దూరదర్శిని 530 మీటర్ల పొడవుగా ఉన్నది. ఇందు సమాన దూరములో నున్న 24 ఉక్కు కట్టడములు కలవు. ఒక్కొక్క కట్టడముపై 30 మీటర్ల వెడల్పు గల పరవలయ చట్రములు గలవు. ఒక్కొక్కటి 530 మీటర్ల

అధిక పృథక్కరణ సామర్థ్యముతో పరిశీలించుటకు, కాంతి హీన రేడియో స్థావరములను కనుగొని ఆకాశ ములో వీటి స్థానములను ఖచ్చితముగా నిర్ణయించు టకు, వాటి పరిమాణములను కొలుచుటకు, పాలపుంతలో అత్యధిక సాంద్రతను కలిగియున్న న్యూట్రాను నక్షత్రములుగా పోల్చబడిన "పల్సారు" లను

కనుగొని వాటిని పరిశోధించుటకు, ఊటిలోని రేడియో దూరదర్శినిని ఉపయోగించుచున్నారు. ప్రపంచములో వేళ్ళపై లెక్కించ గలిగిన అతి పెద్ద రేడియో దూరదర్శినులలో ఊటి రేడియో దూరదర్శిని ఒకటి. భారతీయ శాస్త్రజ్ఞులు రేడియో ఖగోళ శాస్త్రమునకు గణనీయమైన పరిజ్ఞానమును అర్జించుటకు పీలుకల్గించుటయే తాతా జాతీయ రేడియో సంస్థ ఆశయము.

ముగింపు :

రేడియో ఖగోళ శాస్త్రమును ఇతర శాస్త్రములతో పోల్చి చూచినప్పుడు, ఇది ఇంకను శైశవ

దశలోనే ఉన్నదని చెప్పవచ్చును. ఈ కారణముచే ముందు ముందు ఈ శాస్త్రమింకను అనేక నూతనాంశములను కనుగొని, భౌతిక విశ్వపు విజ్ఞానాన్ని అభివృద్ధి పరుస్తుందని ఆశింపవచ్చును. 1974 వ సంవత్సరపు భౌతికశాస్త్ర నోబులు బహుమానమును సర్ మార్టిను రైలు (Sir Martyn Ryle), డాక్టరు ఆన్టోని హ్యూవిషు (Dr. Antony Hewishu) అను ఇద్దరు ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులకు ఇచ్చుటయే రేడియో ఖగోళాస్త్ర ప్రాముఖ్యమును వెల్లడించుచున్నది.

అంగ్లమూలం:డా. వి.ఆర్. వేణుగోపాల్  
తెనుగు: డా॥ యం. బి. కె. శర్మ

## 239. ఖగోళములోని శక్తివంత కిరణములు

ఉపోద్ఘాతము :-

ఈ శతాబ్దము మొదటి నుంచీయు ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు పెద్ద దూరదర్శినుల సహాయముతో గ్రహముల యొక్కయు (ముఖ్యముగా సూర్యుని గురించియు), నెబ్యూలాం యొక్కయు జ్యోతిర్విశ్వముల యొక్కయు, స్వభావములను గూర్చి తెలుసుకొనుటకు అన్ని దేశములలోను పరిశోధనలు జరుపుచునే యున్నారు. వీరి పరిశోధనలు నభోమూర్తుల, (Astronomical objects) నుంచి వెలువడు దృశ్యకాంతి వర్ణపట విశ్లేషణము (Spectral Analysis) ద్వారా కొనసాగు చుండెడివి. ఈ పరిశోధనల వలన నభోమూర్తుల స్థానములను ఖచ్చితముగా కనుగొని వాటికొలతలను తెలిసికొనుటయే గాక వీని అంతర్భాగములో ఏర్పడుచున్న భౌతిక దృగ్విశేషము (Physical pheno-

menon) లను కూడ తెలుసుకొనుటకు సాధ్యమైనది. నక్షత్రాదుల నుంచి వైజ్ఞానిక సమాచారమును దృశ్యకాంతిలోనే కాక విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటము (Electromagnetic Spectrum) లోని అన్ని తరంగదైర్ఘ్యముల నుండి సేకరించుట మొదలుపెట్టి గత రెండు దశాబ్దములుగా ఖగోళ శాస్త్రమునందు ఎన్నో విప్లవాత్మకమైన మార్పులు ప్రవేశపెట్టబడినవి. అంతే మన మిప్పుడు సంపూర్ణ తరంగ ఖగోళశాస్త్ర యుగములో నివసించు చున్నామన్నచో అతిశయోక్తి కానేరదు. ఈ తరంగములు దీర్ఘరేడియో తరంగముల నుంచి వ్రహస్వX-కిరణము, మరియు గామా కిరణము, (Gamma Rays) వరకు వ్యాపించి యున్నవి. X-మరియు గామా కిరణముల శక్తి దృశ్యకాంతి శక్తికి ఎన్నోవేల రెట్లు అధికము. అనగా అధిక శక్తి ఖగోళ శాస్త్రము నందలి విషయము, నభోమూర్తుల నుంచి

వెల్వడు ఈ అధిక శక్తియుతమైన ఉద్గారమును గూర్చి తెలుసుకొనుటయే.

మనమిప్పుడు X-కిరణ జనకములు, క్వజారులు (quasars), పల్సారులు (Pulsars), సూపర్ నోవా యొక్క శేషభాగములు (Supernova remnants) మరియు 'బ్లాక్ హోల్' (Black Hole) అనబడు మూర్తుల గురించి తెలుసుకొందము. వీనియొక్క ఉద్గార సామర్థ్యము మామూలు నక్షత్రములు మరియు జ్యోతిర్విశ్వముల కన్న చాలా ఎక్కువ. అతిసీల లోహిత (Ultra-violet), X మరియు గామా ఉద్గారములను గూర్చిన పరిశోధనలు భూమి వాతావరణము పైనుంచి, రాకెట్లు, కృత్రిమ ఉపగ్రహములు మరియు పరిభ్రమించు వేధశాలల ద్వారా జరుప వలసినవే.

## 2. క్వజారులు (Quasars) :

క్వజారులు అనువేద క్వాసీ స్టెల్లారు సోర్సెసు (Quasistellar sources) అనుదాని ప్రాస్తవనామము. వీనిని 1960వ సంవత్సరములో అమెరికాలోని పాలోమారు పర్వత (Mt. Palomar in USA) వేధశాలకు చెందిన స్కిడ్మిట్ (Schmidt) అను శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. ఇవి అసాధారణమైనవి. వీనిలో కొన్ని అతిశక్తివంతమైన రేడియో తరంగ ఉత్పత్తి స్థానములు. క్వజారులు నక్షత్రముల వలె బిందురూపములో కనిపించును. ప్రపంచములో కెల్ల పెద్దదగు ఖగోళ దూరదర్శిని కూడ వీనిని పృథక్కరణము (resolve) చేయజాలదు. వీనిని కనుగొని 15 సంవత్సరములైనను ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులకు అతిచిన్న పరిమాణమును కల్గి యుండి అత్యధిక శక్తిని వికిరణము చేయుచున్న క్వజారుల నైజము గూర్చిన సరియైన సమాధానము తెలియలేదు. ఉదాహరణకు 3C 273 అను క్వజారు మొట్టమొదటి సారిగా కనుగొన బడినది. దీనియొక్క వర్ణపటములో బామరు రేఖల శ్రేణి (Balmer series) ఎరుపు రంగు వైపు చాలా

ఎక్కువ విస్థాపనము (Red-shift) నొందినది. దీనిని బట్టి క్వజారులు కూడ బాహిర జ్యోతిర్విశ్వములవలె, మన నుంచి దూరముగ చాలా ఎక్కువ వేగముతో పోవుచున్నవని ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు తావించుచున్నారు. ఒక్కొక్క సారి క్వజారుల ఈ వేగము దాదాపు కాంతివేగములో 90 పాళ్ళుండును. వీనికి గల అత్యధిక వేగమును బట్టి ఇవి పాలపుంతకు చెందినవి కావనియు, బాహిర జ్యోతిర్విశ్వములంత దూరములో ఉన్నవనియు, తేలుచున్నది. ఉదాహరణకు 3C 273 యొక్క వేగము సుమారు గంటకు 28,400 మైళ్లు. అనగా దీని దూరము సుమారు 2 బిలియను కాంతిసంవత్సరములు. దీని దూరముతో పోల్చి చూచిన పాలపుంత యొక్క వ్యాసము 10,000 రెట్లు తక్కువ. క్వజారులయొక్క ప్రకాశమును కొలిచిన తరువాత ప్రకాశమునకును దూరమునకును, గల సంబంధమును ఉపయోగించి క్వజారుల నుంచి వెల్వడు శక్తిరేటు  $10^{36}$ - $10^{38}$  కిలో వాట్లు. (Kilowatts) అని తెలియుచున్నది. ఈ రేటు పాలపుంత విడుదల చేయు శక్తిరేటు కన్న చాలా ఎక్కువ. కాని ఈ శక్తిలో చాలాభాగము పరారుణ (Infra-red) కాంతి కిరణ రూపములో నున్నది. అనగా ఈ ఉద్గారము యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యము 0.001 నుంచి 0.01 మి.మీ. వరకు ఉండును. క్వజారుల నుంచి వెలువడుచున్న శక్తిలో అల్పభాగము మాత్రమే వర్ణపటము యొక్క దృగ్గోచర భాగములో నున్నది. నిజానికి పైన పేర్కొనిన క్వజారు శక్తి సూర్యుని వంటి  $10^{13}$ , నక్షత్రముల ఉద్గారమునకు సమానము. పాలపుంత  $10^{11}$  నక్షత్రములను మాత్రమే కలిగియుండి 100,000 కాంతి సంవత్సరముల వ్యాసము కలిగి యున్నది. క్వజారులకు ఇంతటి ఉద్గార సామర్థ్యము ఉన్నప్పటికిని వీని యొక్క పరిమాణము మాత్రము ఒక కాంతి-వారమునుంచి ఒకకాంతి-సంవత్సరము వరకు ఉండును. కొన్ని

దశాబ్దముల పరిశీలనల అనంతరము క్వాజారులు వెలువరించుచున్న ఉద్గార సామర్థ్యము యొక్క మార్పులను బట్టి వీనియొక్క పరిమాణమును కనుగొనిరి.

మన జ్యోతిర్విశ్వమునకు బయట నుండి, బిందువునుబోలిన ఈ క్వాజారుల యొక్క పుట్టుక ఎలా జరిగినది? వీనిలోపల ఇంతటి అధికశక్తి ఉద్భవించుచున్న విధానము ఏమిటి? వీనియొక్క వర్ణపటములు, జ్యోతిర్విశ్వ వర్ణపటములకు ఎందుకు భిన్నముగా కనబడుచున్నవి? - ఇవి అధికశక్తి రేడియో ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులను వేదించుచున్న సమస్యలలో కొన్ని.

### 3. ప్రేలుడు నక్షత్రములు (Exploding Stars):

కొన్ని నక్షత్రములు కొలది నిమిషముల కాలములో మెరుపువలె మెరసి, సూర్యునికన్న కోటాను కోట్లు అధికముగా శక్తిని ఉద్గార మొనర్చును. ఈ నక్షత్రములు రెండు రకములు: - ఒకటి నోవా (Nova), రెండవది సూపరు నోవా (Super Nova). నోవా అంతగా ఆరుదైన దృగ్విశేషము కాదు. ప్రతి జ్యోతిర్విశ్వములోను ఒక సంవత్సరమునకు 50 నుంచి 200 వరకు నోవా సంఘటనలు కాన్పించును. కాని సూపరు నోవా మాత్రము చాలా అరుదు. ఒక రకపు సూపరు నోవా ప్రేలుడు, ప్రతి జ్యోతిర్విశ్వములో, సరాసరి 500 సంవత్సరములకు ఒకసారి సంభవించును. ఇక రెండవ రకము చెందిన సూపరు నోవా ప్రేలుడు, ప్రతి జ్యోతిర్విశ్వములోను, 4000 సంవత్సరముల కొకసారి మాత్రమే సంభవించును. సూపరు నోవా ప్రేలుడు వల్ల అత్యధికశక్తి ఉద్భవించుట చేతను, వీనికి గల ప్రత్యేక గుణములు కొన్ని ఖగోళ శాస్త్రమునందు ఎంతో ప్రాధాన్యము వహించుట చేతను, వీనిని గురించి మాత్రము మనము తెల్పి కొందము.

నక్షత్రము యొక్క కేంద్ర భాగములో జరుగు పరమాణు ప్రక్రియల కారణముచే ఒక నక్షత్రము గురుత్వాకర్షణ శక్తి వలన ముకుళనము (Gravitational Collapse) ను పొంది, తద్వారా తీవ్రమైన ప్రేలుడు (Violent Explosion) కు లోనై తన యందలి కొంత పదార్థమును బయటకు నెట్టివేయును. ఈ బయటకు నెట్టిబడిన పదార్థము యొక్క ద్రవ్యరాశి సూర్యుని ద్రవ్యరాశిలో పది యవ వంతు నుండి దానికి కొన్ని రెట్లు అధికముగా కూడ ఉండును. ఈ ప్రేలుడులో ఉద్భవించిన శక్తి సూర్యుని శక్తి కన్న బిలియను రెట్లు అధికము. ఇట్టి స్థితిలో కనబడిన నక్షత్రమునే సూపరు నోవా అందురు. ఇంత శక్తితో నక్షత్రము ప్రేలుటవల్ల, ఈ నక్షత్రమున్న జ్యోతిర్విశ్వము కన్న సూపరు-నోవా సూరు రెట్లు అధిక కాంతితో ఆకాశములో కొత్త నక్షత్రమువలె ప్రకాశించును. సామాన్యముగ జ్యోతిర్విశ్వములో ఒక మిలియను నక్షత్రములుండును. సూపరు నోవా యొక్క కాంతి, సూర్యుని కాంతికన్న 10,000 రెట్లు అధికము. సూర్యునికన్న కాంతివంతమైన దగుట వలన సూపరు-నోవాను పట్టపగలు ఆకాశములో చూడవచ్చును. పాలపుంతలో ఇలాంటి సూపరు నోవా ఒక దానిని 1054 A. D లో చూచినట్లు చైనా మరియు జపాను చరిత్రలలో వ్రాయబడినది. సూపరు నోవా ప్రేలిపోగా మిగిలిన భాగమునే మనమిప్పుడు 'క్రాబు నెబ్యూలా' (Crab Nebula) గా చూచుచున్నాము. ఈ నెబ్యూలా వృషభరాశి (Taurus) యందు నాలుగువేల కాంతి సంవత్సరముల దూరములో నున్నది. దీని యొక్క ప్రేలుడు 900 సంవత్సరముల క్రిందట సంభవించినను, ఇందలి వాయు పొరలు సెకనుకు 1800 కిలో మీటర్ల వంతున ఇంకను వ్యాకోచము చెందుచునే యున్నది. ఇది అత్యంత ముఖ్యమైన విషయము. క్రాబు నెబ్యూలా కంటికి కనపించదు. ఇది విద్యు



దయస్కాంత వర్ణమాల యందంతటను శక్తిని వికిరణము చేయుచున్నను, రేడియో తరంగ దైర్ఘ్యములలోను, X - కిరణ తరంగ దైర్ఘ్యములలోను, హెచ్చుగా శక్తిని ఉద్గార మొనర్చుచున్నది. X - కిరణ వికిరణములు-అధిక శక్తిగల ఎలక్ట్రానులు, బలమైన అయస్కాంత క్షేత్రములో సర్పిలాకార కక్ష్యలలో తిరుగుటవల్ల - ఉద్భవించును. దీనిని "సింక్రోట్రాను పద్ధతి" (Synchrotron Mechanism) అని అందురు.

#### 4. పల్సారులు (Pulsars) :

ఇవి స్పందన నక్షత్రములు. స్పందన వికిరణము (Pulsed radiation)ను ఉద్గార మొనర్చును. వీని స్పందన కాలము కొన్ని మిల్లీ సెకెనుల నుంచి కొన్ని సెకనుల వరకు ఉండును. వీనిని కనుగొనిన హెవీష్ (Hewish) అను బ్రిటిష్ శాస్త్రజ్ఞునికి 1974 సంవత్సరపు నోబెలు బహుమానము ఈయబడినది. క్వాజార్లవలె గాక ఈ పల్సారులు పాలపుంతకు చెందిన నభోమూర్తులు. ఇవి 1-2 కిలో పారుసెక్కుల (Kilo Parsecs) దూరములో నున్నవి. ఒక కిలో పార్సెక్కు అనగా సూర్యునికిని భూమికిని గల దూరమునకు దాదాపు 200 మిలియను రెట్లు అధికము. పల్సారు యొక్క ఒక అభిరక్షణ మేమనగా, వాటి స్పందన కాలము క్రమబద్ధముగా నుండుట. కొన్ని సెలెక్టుకాలములో ఈ స్పందన కాలము కొద్దిగా మారునని ఈ మధ్యనే కనుగొనబడినది. స్పందన కాలమందలి మార్పును బట్టి పల్సారుల వయస్సును ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు అంచనా వేసిరి. వీని వయస్సు  $10^7$  సంవత్సరముల నుంచి 2000 సంవత్సరముల దాకాఉండును. క్రాబు నెబ్యూలాలోని పల్సారు యొక్క వయస్సు 2000 సంవత్సరములు. ఆకాశములో కనబడు నభోమూర్తులతో అన్ని పల్సారులను పోల్చుట జరగలేదు. పల్సారుయొక్క ఉద్గారము 40-5000 మెగాహెర్ట్జ్ (Mega hertz) అనగా రేడియో

తరంగ దైర్ఘ్యము 7.5 మీటర్ల నుంచి 0.1 సెం.మీ.ల వరకు ఉండును. క్రాబు నెబ్యూలాకు చెందిన పల్సారు మాత్రము దృశ్యమాన కాంతిని కూడ ఉద్గార మొనర్చును. దీని యొక్క దృశ్య ప్రకాశము (Optical luminosity) సూర్యుని దృశ్య ప్రకాశమునకు దాదాపు సమానము; కాని పరిమాణములో ఇది సూర్యుని కన్న చాలా చిన్నది. ఈ పల్సారు యొక్క వ్యాసార్థము 10 కిలో మీటర్ల ని ప్రస్తుతపు అంచనా. పల్సారు మధ్యభాగపు సాంద్రత (Core density)  $3 \times 10^{14}$  గ్రా/సెం. దీని చుట్టూ పైన గల స్పటికము వంటి భాగము యొక్క మందము కొన్ని కిలోమీటర్లు. ఈ భాగమునందు లోపల నున్న పదార్థపు బలము ఉక్కుకన్న  $10^{16}$  రెట్లు అధికముగ ఉండును. ఇట్టినిర్మాణము గల నక్షత్రమే "న్యూట్రాను నక్షత్రము (Neutron star). న్యూట్రాన్ నక్షత్రముయొక్క లోపలభాగమంతయు దట్టముగా నొక్కబడియున్న న్యూట్రానులేఉండును. ఇచ్చట ముఖ్యముగా గమనించవలసిన దేమనగా, పల్సారులు గిరగిరా తిరుగుచున్న న్యూట్రాను నక్షత్రములే (Spinning Neutron stars) ! సముద్రపుటొడ్డునగల లైట్ హౌస్ నుండి వెలువడు కాంతి కిరణముల వంటివే పల్సారు నుండి వెలువడు కాంతికిరణములు. న్యూట్రాను నక్షత్రభ్రమణము పల్సారుయొక్క స్పందన కాలమును, రేడియో ఉద్గారమును విశదపరచును. ఈ నాటికి (ఏప్రిల్ 76 వరకు) 70 పల్సారులను రేడియో ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి.

#### 5. న్యూట్రాను నక్షత్రములు మరియు బ్లాక్ హోలులు : (Neutron stars and Blackholes)

న్యూట్రాను నక్షత్ర దళను చేరక ముందు ఏదేని ఒక నక్షత్రము శ్వేత వామనతార (White dwarf)దళను చేరి స్థిరత్వమును చెందవచ్చును.

ఈ దశయందు నక్షత్రము యొక్క పరిమాణము ఏదేని గ్రహముయొక్క పరిమాణమును పోలి యుండి చాలా ఎక్కువ సాంద్రతను ( $10^{10}$  A గ్రాములు/ఘ.సెం) కలిగి యుండును. శ్వేత వామన తారదశలో నక్షత్రము, ఎలక్ట్రానుల మధ్య గల వికర్షణ బలము (Repulsive Force)వలన, గురుత్వాకర్షణకు ముకుళించుకొనక స్థిరముగా నుండును. 'న్యూట్రాను నక్షత్ర' దశలో నక్షత్రము, న్యూట్రానుల మధ్యగల వికర్షణ బలము వల్ల ముకుళించుకొనక స్థిరముగా నుండును.

ఆరంభమున ఏదేని ఒక నక్షత్రము యొక్క ద్రవ్యరాశి సూర్యుని ద్రవ్యరాశికి 3.5 రెట్లకన్న ఎక్కువ ఉన్నచో, ఆ నక్షత్రము తుట్టతుదకు బ్లాకు హోల్ దశలో ప్రవేశించును. శ్వేతవామన తారల యొక్కయు, మరియు న్యూట్రాను నక్షత్రముల యొక్కయు, సీమాంత ద్రవ్యరాశి (Limiting mass) సూర్యుని ద్రవ్యరాశికి రెండు రెట్లకన్న ఎక్కువ ఉండదు. బ్లాకు హోలు దశయందు నక్షత్రము అత్యధికముగా నొక్కబడి యుండి, సుమారు 3 కిలో మీటర్ల వ్యాసార్థమును మాత్రమే కలిగి యుండును. దీని ఉపరితలము యొక్క గురుత్వాకర్షణము సూర్యుని గురుత్వాకర్షణమునకు బిలియనురెట్లు అధికముగా ఉండును. అందువలన కాంతికూడ దీని ఉపరితలమునుంచి బయల్పడలక నక్షత్రము లోపలికే ఆకర్షింపబడును. శ్వేత వామన తారలు న్యూట్రాను, నక్షత్రములు గురుత్వాకర్షణ శక్తికి పూర్తిగా ముకుళించు కొనక పోవడానికి అందలి ఎలక్ట్రానులు, న్యూట్రానులు కారణమని తెలిసి కొన్నాము. కాని బ్లాకు హోలులు ముకుళించుకోకపోవడానికి కారణమేదియో ఇంకను తెలియలేదు.

బ్లాకు హోలులను ఎలా కనుక్కోవాలి అన్న ప్రశ్నకు ఇంకా సరియైన సమాధానము దొరక

లేదు. ఒకవేళ బ్లాకు హోలు ఏదేని ఒక నక్షత్రముతో కలిసి జంటగా ఏర్పడినచో ఈ నక్షత్రము యొక్క వాతావరణములోని వాయువు బ్లాకు హోలుపై పడిపోతుంది. ఈ నక్షత్ర వాయువు బ్లాకు హోలులో తిన్నగా పడక క్రమక్రమంగా సర్పిలాకారంలో పడుతుంది. వాయువు ఈ విధంగా పడిపోవడంలో ఏర్పడే ఘర్షణవల్ల అధికంగా వేడిని పొంది, X-కిరణ వికిరణము ఉద్గారమగునని మనము భావించవచ్చును. అందుచేత సర్పిలాకారముగా పయనించు వాయువులనుంచి X-కిరణ మెఱుపులు (X-ray flashes) వెల్లుడును. ఈ మెఱుపులు బ్లాకుహోలుల ఉనికిని సూచించును. అమెరికాలోని 'నాసా' (NASA) సంస్థ 1976 వ. సంవత్సరములో 'అధిక శక్తిగల వేదశాల' (High Energy Astronomical Observatory) నొకదానిని అంతరిక్షములోనికి పంపుటకు ప్రయత్నించు చున్నది. దీనిలో అమర్చబడు పరికరములు ప్రహస్యకాల మెరుపులను (Short lived flashes) కూడ రికార్డు చేయును. ఇంతవరకు 125 X-కిరణ జనకములు, (X-ray sources) కనుగొనబడినవి. వీనిలో సిగ్నసు (Cygnus) రాశిలో గల ఒక X-కిరణజనకము మాత్రము బ్లాకుహోలుతో కూడుకొన్న జంట (Binary) అని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు. మనమిప్పుడు X-కిరణ ఉత్పత్తి స్థానములు లేక X - కిరణ నక్షత్రములను గురించి తెలుసుకొందము.

## 6. X-కిరణ నక్షత్రములు(X-Ray stars)

X-కిరణ ఖగోళ శాస్త్రము దశవర్ష ప్రాయము గలది. మొదటి సారిగా X-కిరణములను, రాకెట్లను భూ వాతావరణముపైకి పంపినపుడు సూర్యుని నుండి సూర్యేతరములగు నభోమార్గుల నుండి- శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. ఈ ప్రయత్నములన్నియు, 1970 లో ఉచ్చస్థితికి చేరినవి. 'ఉహూ' (Uhuru) అను కృత్రిమ ఉపగ్రహము, భూమి మీదకు ప్రసా

రము చేసిన సమాచారమును బట్టి కొన్ని X-కిరణ నక్షత్రముల యొక్క X-కిరణ ఉద్గార సామర్థ్యము, వాని దృశ్యలేక రేడియో ప్రకాశముల కన్న వేయి రెట్లు అధికము, అని తెలియుచున్నది. ఇంత వరకు 125 X-కిరణ జనకములు కనుగొనబడినవి. వీనిలో చాలా భాగము రేడియో జ్యోతిర్విశ్వములు గను, సేఫర్ట్ జ్యోతిర్విశ్వములు (Seyfert galaxies) గను, మరియు క్వజారులుగను గుర్తింపబడినవి. పాలపుంత యందలి చాలా సూపర్ నోవా శేషములు ( Super Nova remnants ) X-కిరణ జనకములుగా కనుగొనబడినవి. నోవావంటి X-కిరణ జనకములు కూడ ఆకాశములో గలవు.

X-కిరణములు మూడు విధములుగా ఉత్పత్తియగుచున్నవి.

1. ఉష్ణధారణ ఎలక్ట్రానులు (Thermal Electrons) ధనపరమాణువు (Positive atoms) లచేత త్వరణము (Acceleration) చెందినపుడు (Bremsstrahlung),

2. అధిక శక్తిగల ఎలక్ట్రాను తక్కువ శక్తిగల ప్రోటానుతో అభిఘాతము (Collision) పొందినపుడు (Inverse compton effect).

3. అధిక శక్తిగల ఎలక్ట్రానులు అయస్కాంత క్షేత్రములో సర్పిలాకారముగా తిరుగునపుడు (Synchrotron Radiation)

వీనిలో ఏవిధంగా X-కిరణములు ఉత్పత్తియైనను వాని యొక్క శక్తి సూర్యుని నుండి మొత్తము విద్యుదయస్థాంత వర్ణపటము

(Electro-magnetic Spectrums of the sun) నందు ఉద్గారమగుచున్న శక్తికి వేయిరెట్లు అధికము. X-కిరణ జనకములలో అత్యధిక ప్రకాశవంతమైనది పాలపుంతలోని వృశ్చికరాశి (Scorpio) లోని Sco X-1 అనునది. ఈ ఉత్పత్తి స్థానము మనకుగా సీలి రంగులో నక్షత్రమువలె నుండును. ఇది ఒకపురాతన నోవా (Old Nova) అని శాస్త్రజ్ఞుల నమ్మకము. ఇంతవరకు ఈ ఉత్పత్తి స్థానము యొక్క భౌతిక స్వరూపము పూర్తిగా మనకు తెలియదు. ఖగోళ శాస్త్రమందు గల కొన్ని చిక్కు సమస్యలకు సమాధానముల కొరకు అధిక శక్తిగల X-కిరణ ఖగోళ శాస్త్రము ఎంతో ముఖ్యమైన సాధనము. గామా కిరణ ఖగోళ శాస్త్రము (  $\gamma$ -ray Astronomy ) మనకు విశ్వమందలి వ్యతిరేక పదార్థము (Antimatter) యొక్క ఉనికిని గురించిన కిటుకును తెలియజేయును. ఎటులనగా పరమాణువు కేంద్రమందలి కొన్ని కణములు (Nucleons) వాని యొక్క వ్యతిరేక కణముల (Anti nucleons)తో అభిఘాతము చెందినచో కొన్ని ప్రైమీసానులు (Pimesons) సృష్టించబడును. ఇందలి తటస్థ ప్రైమీసానులు, గామా కిరణములుగా క్షీణించును. ఆవేశిత ప్రైమీసానులు (Charged Pi-mesons) న్యూట్రినోలను ఉద్గారమొనర్చి, 'మ్యూయాన్సు' (Muons)గా క్షీణించును. తమకు గల అధిక శక్తివల్ల గామా కిరణములు, న్యూట్రినోలు విశ్వాంతరాళ మందెవట నుండైన మనకు చేరగలవు. గామా కిరణ పరిశీలనా విధానము ఇంకను ప్రారంభ దశలో ఉన్నది.

మూలం (ఆంగ్లము): డా॥ యస్. యం. ఆర్.

అన్నాచీ

(తెలుగు): డా॥ కె. యన్. శాస్త్రి.

## 240. అనంత విశ్వము

రాత్రులందు ఖగోళ దూరదర్శిని సహాయమున విశ్వమును పరిశీలించిన యెడల మనము ముందుకు చూడగలిగే దూరము, దూరదర్శిని యొక్క అప ర్చర్ పై ఆధారపడి యుండును. ఉదాహరణకు సూర్యునికి సమానమగు తేజస్సు గల నక్షత్రము 3000 కాంతి సంవత్సరముల దూరములో ఉన్నప్పుడు మనము దానిని 15 అంగుళముల దూరదర్శిని సహాయమున చూడగలము. అదే నక్షత్రము 80,000 కాంతి సంవత్సరముల దూరములో ఉన్నప్పుడు దానిని 48 అంగుళముల దూర దర్శిని సహాయమున మాత్రమే చూడగలము. అమెరికాలో తెల్ల పెద్దదైన మౌంట్ పటోమర్ వేడకాలలోని 200 అంగుళముల దూరదర్శిని సహాయమున మనము 400 కోట్ల కాంతిసంవత్సరముల దూరము వరకు చూడగలము. దీనిని బట్టి పెద్ద పెద్ద దూరదర్శినుల సహాయమున ఇంకా ఎక్కువ దూరమును చూడగలమని తెలియును. అటువంటి పుడు ఈ విశ్వము ఎంత దూరము వ్యాపించి యున్నదను ప్రశ్న ఉత్పన్నమగును.

### 1. విశ్వవిస్తరణ :-

సుదూరములో ఉన్న జ్యోతిర్విశ్వముల యొక్క వర్ణపటములను పరిశీలించిన యెడల అందలి కాల్షియం H, K రేఖలు అరుణ విస్థాపనము (Red shift) చెందినట్లు తెలియును. 1929 వ సంవత్సరములో ఎడ్విన్ హబుల్ (Edwin Hubble) అను శాస్త్రజ్ఞుడు జ్యోతిర్విశ్వము ఎంత ఎక్కువ దూరములో నున్న అందలి రేఖలు అంత ఎక్కువ అరుణ విస్థాపనము చెందునని కనుగొనెను. అరుణ విస్థాపనకు "డాప్లర్ ప్రక్రియ" (Doppler Effect) కారణమని

అర్థము చెప్పకొనిన, జ్యోతిర్విశ్వములు అన్నియు మననుండి దూరముగా పలాయనము చెందుచున్నవని అనుకొనవచ్చును. జ్యోతిర్విశ్వముల యొక్క పలాయన వేగములు-అవి మననుండి యున్న దూరములకు అనులోమానుపాతములో- యున్నవని కూడ పరిశీలన వలన తెలియుచున్నది. జ్యోతిర్విశ్వము యొక్క పలాయన వేగమునకు, దాని యొక్క దూరమునకును మధ్య గల నిష్పత్తిని, హబుల్ స్థిర సంఖ్య (Hubble Constant) అని అందురు. ప్రస్తుతము హబుల్ స్థిరసంఖ్య యొక్క అంచనా వేయబడిన విలువ సుమారు 50 కిలో మీటర్ల సెకండు / మిలియను పార సెక్కులు (ఒక పారసెక్ = 3. 26 కాంతి సంవత్సరములు ; ఒకసంవత్సరములో కాంతి ప్రయాణము చేయగల దూరమును ఒక కాంతిసంవత్సరము అందురు); అనగా ఒక మిలియను పార సెక్కుల సగటు దూరములో ఉన్న జ్యోతిర్విశ్వము మననుండి సెకనుకు 50 కిలో మీటర్ల వేగముతో పలాయనము చేయును. అదే జ్యోతిర్విశ్వము 10 మిలియను పార సెక్కుల దూరములో నుండినచో, సెకనుకు 500 కిలో మీటర్ల వేగముతో మననుండి దూరముగా పోవును. అదే మాదిరిగా ఎక్కువ దూరములో ఉన్న జ్యోతిర్విశ్వము, ఎక్కువ పలాయన వేగమును కలిగియుండును. అంతరిక్షములో అన్ని దిశలందు గల జ్యోతిర్విశ్వములు పలాయన వేగమును కలిగియున్నట్లు కనుగొన బడినది. దీనిని బట్టి అన్ని జ్యోతిర్విశ్వములు (జ్యోతిర్విశ్వ సముదాయములు) ఒకదాని నుండి మరొకటి దూరముగా పోవుచున్నవని గోచరించును. ఇంకొక విధముగా చెప్పవలెనన్న విశ్వము విస్తరించుచున్నదన్నమాట.

విశ్వము విస్తరించు చున్నదను భావన, గోచరమగు విశ్వము యొక్క పరిమితికి ఒక హద్దు (Upper Limit)ను ఏర్పఱచుచున్నది. ఎట్లనగా సాపేక్ష సిద్ధాంతము (Special Theory of Relativity) ప్రకారము జ్యోతిర్విశ్వములలో, మన నుండి కాంతివేగము కన్న తక్కువ వేగముతో పరిభ్రమించుచున్న వాటిని మాత్రమే మనము చూడగలము. హబుల్ స్థిరసంఖ్య యొక్క విలువ - దూరమును బట్టి-చెప్పుకో దగ్గ మార్పును పొందదని భావించిన యెడల కాంతి వేగము (అనగా సెకనుకు 900,000 కిలో మీటర్లు)తో పరిభ్రమించుచున్న జ్యోతిర్విశ్వములు మన నుండి 6 బిలియను పార్ సెక్కుల దూరములో ఉండవలెను. దీనినే గోచరమగు విశ్వము యొక్క సగటు వ్యాసార్థముగా కూడ పరిగణించవచ్చును. కాంతివేగములో సగము వేగము గల్గిన జ్యోతిర్విశ్వములు కనుగొనబడినవి. గోచరమగు విశ్వములో దాదాపు  $10^{11}$  జ్యోతిర్విశ్వములు,  $10^{21}$  నక్షత్రములు కలవని అంచనా వేయబడినది. జ్యోతిర్విశ్వములు పుంజములుగను, మహా పుంజములుగను (Clusters of Galaxies and Clusters of Clusters of Galaxies) ఏర్పడినప్పటికిని విశ్వములో పదార్థము దాదాపు సమానముగా అన్ని దిక్కులందు వ్యాపించియున్నట్లు కనబడుచున్నది.

## 2 విశ్వసృష్టి సిద్ధాంతములు (Cosmological Theories):-

దాదాపు అన్ని నవీన విశ్వపరిణామ సిద్ధాంతములలో విశ్వమందంతయు పదార్థము, దాని సంచలనములు సాంఖ్యాయన శాస్త్ర ప్రకారము (Statistically) సమానముగ వ్యాపించి యున్నదను మూల ఉపకల్పనను శాస్త్రజ్ఞులు చేసెదరు. ఈ ఉపకల్పననే విశ్వోపకల్పన (Cosmological Pri-

nciple) అని అందురు. ఇది సమంజసముగానే కన్పడుచున్నది. ఎట్లనగా విశ్వములో జ్యోతిర్విశ్వగుచ్ఛములు దాదాపు అన్ని దిక్కులందు సమానముగా వ్యాపించి యుండి, అవి ఒకదాని నుండి మరొకటి వాని వాని దూరములకు అనులోమానుపాతముగల వేగములతో పరిభ్రమించుచున్నవి.

వివిధములైన విశ్వ సృష్టి సిద్ధాంతములు పరిణామ వాదం (Evolutionary Theory) అని, యథాస్థితి వాదం (Steady State Theory) అని రెండు ముఖ్య వర్గములుగా విభజింప బడినవి. ఈ రెంటిలోను విశ్వోపకల్పన మూల ఉపకల్పనగా చేయబడినది.

## 3. పరిణామ వాదము (The Evolutionary Theory):

పరిణామ వాదమును 1931 వ సంవత్సరములో లిమెట్రె (Lemaître) అను శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించెను. గేమోవ్ (Gamow) అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ సిద్ధాంతమును బలపరచెను.

విశ్వములోని పదార్థమంతయు విస్తరణ స్థితిలో నున్నందున ఇది తొట్టతొలుత అత్యంత ముకళిత స్థితిలో యుండెనని భావించబడినది. మతియు పెచ్చుగా సంకోచించబడిన వాయువు అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద నుండును. కావున విశ్వము మొట్టమొదట సంక్షిప్తీకృతమై అత్యంత వేడిమి కల్గిన వాయుపదార్థము నుండి ఉత్పన్నమైనదని భావింపబడుచున్నది. సంక్షిప్తీకృతమై అత్యంత వేడిమిగల వాయుపదార్థమును బ్రహ్మాణువు (Primeval Nucleus) లేక ఆదిమ బీజము అని అందురు. ఈ బ్రహ్మాణువు యొక్క సాంద్రత ఇంచుమించుగ పరమాణువులోని సాంద్రత అంత ఉండును. ఈ బ్రహ్మాణువు అస్థితి ద్వారా ప్రేలిపోపుట (Big Bang) వలన అప్పటి నుండి విశ్వ విస్తరణ మొదలైనది. విస్తరణ జరుగు

కొరిది మొట్టమొదటి వాయుపదార్థము పలుచబడి, తద్వారా చల్లబడి, బృహత్తర వాయుమేఘములుగా ఏర్పడినది. వీటిని “ప్రోటో గాలక్సీలు” (Proto Galaxies) అందురు. గురుత్వాకర్షణము వలన ప్రోటో-గాలక్సీలోని పదార్థము సంకోచము చెంది, జ్యోతిర్విశ్వములు, అందలి నక్షత్రములుగ ఏర్పడినవి. అత్యంత ఉష్ణము, సాంద్రత గలిగిన పదార్థము ప్రేలిసపుడు సంభవించిన అణుకేంద్ర ప్రక్రియల (Nuclear Reactions) వలన ఎలక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు మరియు న్యూట్రాన్ల నుండి వివిధములైన మూలకములు (Elements) ఏర్పడినవని ‘గేమోవ్ (Gamow) అను శాస్త్రజ్ఞుడు తలచెను.

జ్యోతిర్విశ్వములు పెద్దప్రేలుడు (Big Bang) సంభవించిన దాదిగ ఒకదాని నుండి మరొకటి దూరముగ పోవుచున్నవని తలచినచో హబుల్ స్థిర సంఖ్య యొక్క విలోమరాశి విశ్రమయొక్క వయస్సును తెలుపును. హబుల్ స్థిరసంఖ్య 50 కిలో మీటర్లు/సెకండు/మిలియను పార్ సెక్కులు అనుకొనిన, ఈ విశ్వము యొక్క వయస్సు దాదాపు 20 బిలియను సంవత్సరములని తెలియును. వేరు పద్ధతుల ద్వారా కనుగొనబడిన విశ్వము యొక్క వయస్సు దాదాపు ఇంతేయని తెలియుచున్నది.

సాపేక్ష విశ్వసృష్టి సిద్ధాంతము (Relativistic Cosmology) ప్రకారము సుదూరపు జ్యోతిర్విశ్వముల మధ్యగల వికర్షణశక్తి, గురుత్వాకర్షణ శక్తిని అధిగమించి యున్నది. ఈ వికర్షణ శక్తియే పై సిద్ధాంతములో “విశ్వ స్థిరసంఖ్య” (Cosmological Constant) గా సూచించబడినది. జ్యోతిర్విశ్వములు సదా బహిర్ముఖముగా పరివర్తనము చెందుచున్నవా లేక సంకోచ వ్యాకోచములు కలిగి యున్నవా అనునది విశ్వస్థిర సంఖ్య (Cosmological Constant) యొక్క విలువపై ఆధారపడి యున్నది. విశ్వములోని

పదార్థము చాలవరకు జ్యోతిర్విశ్వములందు మాత్రమే నిబిడికృతమైనదనియు, విశ్వాంతరాళములో చాల తక్కువ పదార్థమున్నదనియు, భావించినచో జ్యోతిర్విశ్వముల యొక్క పరివర్తన వేగములు ఆనంత విశ్వ విస్తరణను సూచించుచున్నవి.

#### 4. యథాస్థితి వాదము (Steady State Theory) :

పౌర్రన్ బోండి (Bondi) మరియు థామస్ గోల్డ్ (Thomas Gold) అను శాస్త్రజ్ఞులు విశ్వముయొక్క యథాస్థితి వాదమును ప్రతిపాదించిరి. హయల్ (Hoyel) అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ సిద్ధాంతమును సాపేక్ష సిద్ధాంతము రీత్యా వివరించెను. విశ్వోపకల్పనలో ఆనుకొనినట్లు విశ్వములోని పదార్థపు సాంద్రత, సంచలనము-అన్ని దిక్కులందే కాక ఎల్లకాలములందును కూడ- ఒకే రీతిగా ఉండును. ఈ భావనను శుద్ధ విశ్వోపకల్పన అని అందురు. విశ్వ విస్తరణ జరుగుచున్నందున ప్రమాణ పరిమాణము గల అంతరిక్ష ప్రదేశము లోని పదార్థపు సాంద్రత తగ్గి పోవుచుండును. ఆటంపంబుపడు విశ్వములో అన్ని వైపుల పదార్థము ఎప్పుడూ సమానంగా వ్యాపించి యుండవలయునన్న, ఎప్పుడీకప్పుడూ క్రొత్త పదార్థము విశ్వములో జనించుచుండవలెను. మరియు ఈ క్రొత్త పదార్థము యొక్క ఉత్పత్తి రేటు విశ్వ విస్తరణ వల్ల పదార్థ సాంద్రతలో కలిగే తరుగుదల రేటునకు సమానముగా యుండవలెను. ఈ విధముగా యథాస్థితి వాదము ఎల్లప్పుడూ విశ్వాంతరాళములో క్రొత్త పదార్థము జనించుచున్నదనియు, మరియు ఈ క్రొత్త పదార్థము వలన నూతన జ్యోతిర్విశ్వములు ఏర్పడుచున్నవనియు, అందువలన విశ్వములో సగటు పదార్థ సాంద్రత ఒకే రకముగా ఉన్నదనియు, చెప్పుచున్నది. ఈ విధముగా

యథాస్థితి వాదము ప్రకారము విశ్వమునకు ఆద్యంతములులేవు.

మెక్రియా (Mecrea) అను శాస్త్రజ్ఞుడు, విశ్వమందంతటను క్రొత్త పదార్థము సమస్తాయితో ఉత్పత్తి అగుట లేదనియు, ముఖ్యముగా జ్యోతి ర్విశ్వ కేంద్రములవద్ద మాత్రమే ఉత్పత్తి అగుచున్నదనియు తలపోసెను.

### 3°K వికిరణము : (3°K Radiation)

పరిణామ వాదము, యథాస్థితి వాదములలో ఏది యథార్థమైనదను సమస్య చాల జటిలమైనది. ఎందువలన ననగా ఈ రెండు విభిన్న సిద్ధాంతముల సూచనలలోని భేదము సుదూరపు జ్యోతిర్విశ్వముల విషయములలో మాత్రమే ప్రాముఖ్యము వహించునని భావింపవచ్చును. దూరము మరియు కాలము ఎక్కువగు కొలది వాటిపై ఆధారపడి చేసిన కొలతలలో సంశయ మెక్కువగా యుండును.

ప్రస్తుత పరిశోధనలు ఎక్కువగా పరిణామ వాదమునే బలపఱచుచున్నట్లు కనపడుచున్నది. డిక్కి (Dicke) అను శాస్త్రజ్ఞుడు విశ్వము బ్రహ్మాణువు స్థితిలో యున్నప్పుడు దాని యొక్క ఉష్ణోగ్రత  $10^{10}$  డిగ్రీలు వుండును అని లెక్క వేసెను. ఈ అధిక ఉష్ణతకు చెందిన వికిరణము ఆ సమయమున విశ్వమందంతట వ్యాపించి యుండి, విశ్వ విస్తరణ జరుగుట ప్రారంభమైన తరువాత,

మెల్లగ తగ్గుచు పోవును. ఉదాహరణకు విశ్వ విస్తరణ జరిగిన మొదటి  $10^7$  సంవత్సరముల తర్వాత ఈ ఉష్ణోగ్రత  $10,000^{\circ}\text{C}$  కు తగ్గును. ఈ విధముగా నాటి బ్రహ్మాణువు యొక్క ఉష్ణత నేటికి విశ్వములో సర్వత్రా సమానముగా వ్యాపించి, ప్రస్తుతము విశ్వము యొక్క ఉష్ణోగ్రత చాల తక్కువగా ఉండవలయుననియు, వాస్తవముగా అది  $-270^{\circ}\text{C}$  (లేక  $3^{\circ}\text{K}$ ) ఉండవలయుననియు డిక్కి (Dicke) ఊహించెను. ప్రయోగశాలలో హీలియమ్ ను ద్రవీభవింప జేసినపుడు మాత్రమే ( $3^{\circ}\text{K}$ )- $270^{\circ}\text{C}$  ఉష్ణత ఏర్పడును.

భౌతిక శాస్త్ర విజ్ఞానము ద్వారా  $3^{\circ}\text{K}$  ఉష్ణోగ్రతలోనున్న వికిరణము యొక్క గరిష్ఠ ప్రకాశము విద్యుదయస్కాంత వర్ణముల పటములో 3 మిల్లి మీటర్ల తరంగ దైర్ఘ్యపు దరిదాపులలో ఉండునని తెలియుచున్నది. అనగా ఇది మైక్రోవేవ్ (Micro wave) తరంగ ప్రాంతమున ఉండును.

ఆశ్చర్యకరమగు విషయమేమనగా, ఊహించిన విధముగ మైక్రోవేవ్ తరంగ ప్రాంతముల ఇట్టి వికిరణము కనుగొనబడినది.  $3^{\circ}\text{K}$  వికిరణము అన్ని దిశలనుండి సమాన శక్తితో ప్రసరించుచున్నది. ఈ వికిరణము మొట్టమొదటి బ్రహ్మాణువు నుండి జనించిన అది వికిరణము కలిగియుండ గల గుణగణములన్నిటిని కలిగియున్నట్లు శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

మూలం :- (ఆంగ్లము)

డా॥ యస్. యం. అల్లాదీన్.

తెనుగు :- శ్రీ. పి. వి. సుబ్రహ్మణ్యం.

## 241. అంగారక గ్రహం

ఆధునిక ప్రపంచంలో విజ్ఞాన విస్తరణ భూమండలం నుంచి గడచిన కొలది కాలములో అంగారకగ్రహం వరకు వ్యాపించినది. మానవునిచే నిర్మించిన వైకింగ్ (Viking) యంత్రమందిరం కుశలంగా 285,000,000 మైళ్లు ప్రయాణించేసి అంగారక గ్రహంపైన గృహప్రవేశం చేసినట్లు వినుట ఒక సాంకేతిక విప్లవమని చెప్పక తప్పదు. రెండవ యంత్ర మందిరాన్ని 'Viking II) కూడ కొద్ది కాలభేదంతో ద్వితీయ విఘ్నమును దుళ్ళకు నము లేక, అంగారకగ్రహం స్వీకరించిందంటే ఆధునికశాస్త్రీయ, సాంకేతిక (Scientific & Technical) విద్యల పునాది ఎంతో ఆమూల్యం !

పామరభాషలో 'రిసర్చి' అంటే - తెలియని విషయాలు తెలుసుకోవడం. ఇది మానవుని సహజవృత్తి. నాగరికత నేర్చిన ప్రతిసంఘం లోను యీ సహజవృత్తిని ప్రతి మానవ శతాబ్దంలో అంతో యంతో వృద్ధిచేస్తున్నట్లు చారిత్రాత్మకంగా అందరికీ తెలిసిన విషయమే.

ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు యోహానెస్ కెప్లర్ (Johannes Kepler) సౌరమండల పరిశీలన లో 17 వ శతాబ్దమున అంగారక గ్రహం గురించి అనేక చలన దత్తాంశములు (Data) సంపాదించెను. తన్మూలముగ సౌరమండల కేంద్రమున భూమండలం స్పష్టంగా లేదని, సూర్యుని చుట్టు తక్కిన గ్రహములు తిరుగుచున్నవని విశదీకరిస్తూ ఖగోళశాస్త్రాన్ని ఆత్యున్నత స్థానానికి పంపిన మహనీయులలో ప్రాధాన్యుడు కెప్లర్. ఈ ఖగోళ విప్లవకారి ఎవరంటే అంగారకగ్రహమనే చెప్ప వచ్చును.

మళ్ళీ 20 వ శతాబ్దిలో అలాంటి అంగారక విప్లవం జరిగే సూచనలన్నియు యంత్రమందిరాలు వైకింగ్ I, వైకింగ్ II ల ద్వారా మానవత్వానికి తెలియచున్నవి. భూమండలానికి ఇటు శుక్రుడు, అటు అంగారకుడు ద్వారపాలకులవలె మన వాతావరణ అనుకూలతను కాపాడుచున్నవేమోయని ఒక పూహ. ఇవన్నీ విజ్ఞానకుటుంబ వినోదాలు, లేక ఆనందపూర్ణ శాస్త్రీయత.

జీవరాశి భూమండలంలో తప్ప మరొక మండలంలో వున్నదా యను ప్రశ్నకు అవాబు ఇప్పటికి లభింపకున్నది. సౌరమండలంలో అంగారక గ్రహం యీ ప్రశ్నకు జవాబిస్తుందనే నమ్మకంతోనే ప్రవథమం మరై నర్ (Mariner), తదుపరి వైకింగ్ (Viking) యంత్ర మందిరాలు అమెరికా దేశంలోను, మార్స్ (Mars) యంత్రమందిరం రష్యాలోను పంపబడెను. సౌరమండలంలో ఎక్కడయిన భూమ్యేతర జీవరాశి (Extra Terrestrial Life) ఉత్పత్తికి, ప్రసారానికి అవకాశం కలదా యను క్లిష్ట సమస్య పరిష్కరణ మానవకోటి అభివృద్ధికే మూలకారణం కాగలదు. సౌరమండల గ్రహ నిర్మాణం, భూమండల ప్రత్యేకత, జీవరాశి ఉత్పత్తి, జీవరాశి ప్రసారం, జీవరాశి అభివృద్ధిదశ మొదలగు విషయాలను సాంకేతిక, శాస్త్రీయ విద్యల ద్వారా పరిశీలన చేసే కాలముదయించిందంటే అదే వైకింగ్ యుగం (Viking Era).

1976 సంవత్సరం, యావత్ మానవకోటి అభ్యుదయం కోరుతూ ఇంత మనమైన ఖగోళ పరిశీలనలతో నిండిన సంవత్సరమని చెప్పక తప్పదు. ఒక నూతన శకం ప్రారంభమయి సర్వశాస్త్రజ్ఞుల



సాంద్ర కళంక(Intensive Specialization)న, సునాయాసంగా స్వీకరిస్తూ విజ్ఞాన సాంకేతిక శాస్త్రములు, భూమండలమునే గాక సర్వ సౌరమండలమును లోగొనుట మానవుడు గర్వింపదగిన విషయం. ఇటువంటి ఉద్యమాల్లో జాతీయభావము అతిస్వల్పము. అంతర్జాతీయ భావముతో కంసిమెలసి ప్రకృతి పరిశీలన చేయు యుగం ఎన్నడో ప్రారంభమయినట్లు దృఢంగా తెలియుచున్నది. కాలము, దూరము (Time & Distance) అనేవి, లేతమనసులకు వైకింగ్ యుగంలో వివరంగా అర్థమయ్యే అవకాశం కలిగింది. ఇక పాఠశాలలో విన్నవయసు విద్యార్థి

వర్గం మాట్లాడు భాషలోనే మార్పు రాగలదు. సౌరమండల గ్రహ పరిజ్ఞానము కేవలము జ్యోతిస్సిద్ధాంత శాస్త్రమందేకాక భౌతిక, భౌతిక, రసాయనిక, జీవశాస్త్రములపై కూడ ప్రభావము నెరప కలుగుననుట సునిశ్చితం. ఇందు క్రొత్త కోవకు చెందిన శాస్త్రజ్ఞులు (New Breed of Scientists) రాగలరని కూడ చెప్పవచ్చును !

సౌరమండల గ్రహ భౌతిక పరిమాణ సారాంశము, రసాయనిక పరిస్థితి ఈ క్రింది పట్టికలో విశదీకరింపబడుచున్నది.

### సౌరమండల గ్రహ దత్తాంశములు (1976)

గ్రహం	దూరం	వేడిమి	గాలిలోని	గాలిలోని
భూమి = 1	సాంద్రత	సూర్యుని	ముఖ్య	ఇతర పదార్థములు
	గ్రా/సి.సి.	నుంచి	మిల్లి బార్డు	( < 1 )
	భూమి = 1	K	( > 1% )	
కుజుడు	0.06	5.5	0.39	440 NO
శుక్రుడు	0.82	5.2	0.72	700 10.000 CO <sub>2</sub>
భూమి	1.00	5.5	1.00	288 1013 N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
				Ar, H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub>
				ఇతర గాలులు
*చంద్రుడు	0.01	3.3	—	275 NO
అంగారకుడు	0.11	4.0	1.52	218 5.5 CO <sub>2</sub>
				CO, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, O <sub>3</sub>
బుధుడు	318	1.3	5.19	H <sub>2</sub> , He
				CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
శని	95	0.7	9.53	H <sub>2</sub>
నెప్ట్యూన్	15	1.3	19.2	H <sub>2</sub>
యురేనస్	17	1.7	80.1	CH <sub>4</sub>

\*చంద్రుడు గ్రహం కాకపోయినను సౌరమండలంలో అన్నిటికన్న పెద్ద ఉపగ్రహం (Satellite). అందుచేత యీ పట్టికలో ఉదహరించబడినది. పట్టికలోని దత్తాంశములు నార్మన్ హెబ్. హారోవిట్జ్ గారి వ్యాసంలోనివి (అకెంబ్స్ ఆఫ్ తెలికల్ రిసర్చ్ 9, 1 - 1976). మరొక గ్రహం ప్లూటో (Pluto)ను గురించి ఎక్కువ తెలియదు.

అంగారక వాతావరణం, నైసర్గిక స్వరూపం, అంగారక భూమి, అంగారక గాలి, యాగ్రహముపై వాలు కిరణములు, మొదలగు భౌతిక వివరణ కొంతవరకు గత దశ సంవత్సరాల కృషివల్ల విమాన శాస్త్రజ్ఞుల (Space Scientists) ఊహా ప్రపంచం నుంచి పరిశీలన శాస్త్ర దత్తాంశంగా మార్పు పొందింది. వైకింగ్ యుగంలో యివన్నీ కొద్దిగా లేక పూర్తిగా మారవచ్చును. 1976 జూలై ఆఖరు నుంచి ఆకాశములోనికి పంపిన వైకింగ్ I, IIల దత్తాంశములను బట్టి తెలిసిన సారాంశము ఏమనగా - అంగారక గ్రహం అతికఠిన వాతావరణము గల ప్రదేశం. నైసర్గికంగా కొండలు, లోయలు, భూమండలపు ఎవరెస్టు (Mount Everest) కన్న ఎన్నోరెట్లు పెద్ద శిఖరములు ఉన్నవని తెలియుచున్నది. నీరు (Water) అను రసాయనిక పదార్థం వున్నట్లు స్పష్టంగా తెలిసినా సముద్రాలు, నదులు, వాగులు వున్నట్లు ఎటువంటి సూచన లేదని దృఢంగా చెప్పవచ్చును. ఇదివరలో ఎప్పుడయిన నైసర్గికపు నీటి చిహ్నములున్నచో ఇప్పుడు మాత్రం లేనట్లే. నీరంతయు హిమరూపమున నుండునని అంగారక గ్రహపు వేడిమి కొలిచిన దత్తాంశం ద్వారా గోచరమయినది. ఇక అంగారక గాలిలో 100కి 75 పాళ్ళు బొగ్గు పులుసువాయువు, అనగా కర్బన ద్వి ఆప్టజని దము (Carbon Dioxide-75 %). తక్కినగాలి పదార్థం చిల్లర గాలులు - ఆర్గాన్, నత్రజని, కార్బన్ మానాక్సైడ్ వగైరాలు.

అంగారక భూమి-అంగారక గాలి కొన్ని కోట్ల సంవత్సరముల నుంచి సూర్యరశ్మికి ఆహుతియై నందున-కొన్ని భౌతిక, రసాయనిక పరిణామములను పొంది వుండవచ్చునని వైకింగ్ దత్తాంశము విశదీకరిస్తున్నది. ఈ పరిశీలనలు రసాయనికమయినచో కిరణజన్య రసాయనిక మార్పులు (Photo Chemical Changes) అని నమ్మకం. ప్రస్తుత వైకింగ్ పరిశీలనలలో జీవరాశి వున్నదా, లేదా

యను సమస్య రసాయనిక సమస్యతో మిళితమై శాస్త్రజ్ఞులను తారుమారుచేస్తున్నదంటే వింతేమీ లేదు. అల్పజీవరాశి (Microbial life)ని గుర్తించగల వైకింగ్ యంత్రముల దత్తాంశాలు ఇప్పటివరకు జీవరాశి వున్నట్లు ఎలాంటి సూచన యివ్వలేదనే చెప్పవచ్చును. జీవరాశి కలదని వాదించే వ్యక్తులును, రసాయనిక శాస్త్ర ప్రకారము అట్టిది లేదనే వ్యక్తులును ఇంక కొంతకాలం వాదిస్తూనే వుంటారని భావించవచ్చును.

అంగారక గ్రహ పరిపూర్ణ జ్ఞానం 20 వ శతాబ్దం అంతమగు నాటికి లభించగలదని నా పూహ. అంగారక భూమి కెంపులాంటి ఎరుపురంగుతో సూర్య రశ్మికింద వికసిస్తున్నట్లును, అందలి రసాయనిక పదార్థం ముఖ్యంగా లోహభస్మము (Limonite -  $\text{Fe}_2 \text{O}_3 \cdot x \text{H}_2 \text{O}$ ) అనియు తెలియుచున్నది. భూమండలంలో కొన్ని ప్రదేశాలు అంగారక భూమితో సరిసమానంగా ఉన్నప్పటికీ, అంగారక గాలి మాత్రం ఇదట కన్నదదు; అదేది ప్రధానంగా బొగ్గు పులుసువాయువు. తక్కువ వేడిమిగల అంగారక ప్రదేశం బొగ్గుపులుసు వాయువును మనీభవింపజేయకాళం కలదు. ఉత్తర దక్షిణ అంగారక గ్రహ శిఖరాల్లో బొగ్గుపులుసు హిమం (Dry Ice-Solid Carbon dioxide వున్నదని తెలియుచున్నది. ఈ పదార్థం సూర్యరశ్మితో కలసి కిరణజన్య రసాయనిక మార్పుల రీతిగా అనేక కర్బన - ఆప్టజని సంయోగ పదార్థములు (Carbon - Oxygen Compounds) - ముఖ్యంగా కర్బన త్రియాప్టజని దము (Carbon Trioxide) - తయారగు విషయం భూలోక రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులకు ఇప్పుడిప్పడే తెలుస్తున్నది అయినను, లోహభస్మపు ఉపరితలం (Limonitic Surface) లో పై నుదహరించిన కిరణజన్య రసాయనిక సంయోగం (Photo Chemical Combination) ఏ విధంగా

జరుగునో తెలియదు. ఈ రసాయనిక శాఖను కిరణ భూగర్భ రసాయనిక శాస్త్రము (Photo Geochemistry) అని ఒక నూతన శాస్త్రంగా వ్యవహరించ వచ్చును.

అంగారక గ్రహంలో జీవరాశి - ముఖ్యంగా అల్ప జీవరాశి ( Microbial life )-వున్నదా, లేదా యను ప్రశ్న మనలను పీడిస్తూనే వుండవచ్చును. దీనికితోడు కిరణజన్య రసాయనిక సంయోగ పదార్థాల ఉత్పత్తి ఎంతవరకు వెళ్ళునో ఎవరికి తెలియదు. ఇక ముందును భూలోక శాస్త్రజ్ఞులు ఇవన్ని అర్థంచేసుకునే ప్రయత్నంలో మరి కొన్ని వైకింగ్ యంత్రమందిర యాత్రలను అంగారకగ్రహం మీదకు పంపెదరనే దృఢముగ భావించవచ్చును.

ఇట్టి విషయాలను గురించియే లోగడ నేనుపన్యసించిన “అంగారకగ్రహ రసాయనిక చరిత్ర”లో

ఇవన్ని కొంతవరకు అనుగుణ్యంగా విశదీకరించి దిని. కంపేరటివ్ ప్లేనటాంజీ అను పరిషత్తులో నా అంగారక రసాయనిక మాడల్ (Chemical model for Mars) అనేక ఖగోళ విమాన శాస్త్రజ్ఞులకు విదితమై, తద్వారా నూతన పరిశీలనలకు నాకు మేరీలాండ్ విశ్వవిద్యాలయ (University of Maryland) అహ్వనమును, ధన సహాయమును సహృదయముతో ఇచ్చిన - జన్మతః శ్రీలంకకు చెందియు, ప్రస్తుతమున అమెరికా వాస్తవ్యులైన- శ్రీ శిరిల్ పొన్నం పెరుమ (Dr. Cyril Ponnamm Peruma ) గారికి కృతజ్ఞతాపూర్వక వందనములు. అన్నిటికన్న ముఖ్యమైన విషయం 25 సంవత్సరాల తర్వాత మళ్ళీ నేను తెనుగులో వ్రాయుటకు సాహసించడం. అది నా భాగ్యం.

కొటా శృష్టమూర్తి

# సివిలు ఇంజనీరింగ్

## 242. సివిలు ఇంజనీరింగ్ సమీక్ష

### 1.0 తొలిపలుకులు :

సాధారణంగా ఇంతవరకు 'సివిలు ఇంజనీరింగ్' అంటే ఇండ్లు, రోడ్లు ఆనకట్టల నిర్మాణము, కాలువల త్రవ్వకం అనే అనుకోవడం పరిపాటి. కాని ప్రపంచం సాంకేతిక పరంగా ముందుకు దూసుకు పోతున్న ఈ రోజుల్లో, సివిలు ఇంజనీరింగు బహుముఖాభివృద్ధి చెంది, పై నిర్వచనాన్ని అధిగమించింది.

సూక్ష్మంగా నిర్వచించాలంటే, ప్రకృతిలోనున్న బృహత్తర శక్తి సంపదలను, మానవాళి మనుగడకు (అంటే వారి నిత్యజీవితావసరాలను తీర్చుటకు), అంతేకాక వారి ఆర్థిక, సాంఘిక సాంస్కృతికాభివృద్ధికి వినియోగించు కళయే 'సివిలు ఇంజనీరింగు.' అంటే విద్య, అనుభవము, ఆచరణద్వారా లభించిన గణిత, భౌతికశాస్త్ర జ్ఞానమును విచక్షణతో మేళవించి ప్రకృతిలోని శక్తి సంపదలను అన్వేషించి, సాధారణ ప్రజల ఉపయోగానికి అందుబాటు చెయ్యాలి. ఉదాహరణకు సంఘంలోని వివిధ వర్గాల కనువుగా నివాసయోగ్యమైన ఇండ్ల నిర్మాణము, వ్యవసాయానికి నీటివనరుల ఏర్పాటు, మంచినీటి సరఫరా, జనాభివృద్ధికి దోహదమిచ్చు రాకపోకలు, వినోద యాత్రలకు వీలుగా రహదారులు, వంతెనల నిర్మాణము, సామాజిక, ఆర్థికాభివృద్ధికి తగిన కుటీర భారీ పరిశ్రమల నిర్వహణకు తోడ్పడు వివిధ భవనాల నిర్మాణము, ఆ భవనాలకు తగురీతిని వసతులు కల్పించుట, మొదలుగా గల అనేక కార్యములను

నేర్చుగా, దక్షతతో సంతృప్తికరంగా సకాలంలో పూర్తి చెయ్యాలి. ఇదే దినదినాభివృద్ధి చెందుతున్న సివిలు ఇంజనీరింగు ప్రధాన లక్ష్యం. సమాజ వికాసమనే భవనానికి సివిలు ఇంజనీరింగు పునాది రాయి. ఈ లక్ష్య సాధనకు కావలసిన సాంకేతిక నైపుణ్యాభివృద్ధికి దోహద మిచ్చే పరికరాలు లేదా సాధనాలు. 1. వైజ్ఞానిక పరిజ్ఞానము, 2. ప్రకృతి పరిజ్ఞానము, 3. రూప కల్పనచేయు నైపుణ్యము. 4. కార్యాచరణ సమర్థత 5. నాయకత్వము. ఈ నైపుణ్యాన్ని ప్రజా సమ్మతంగా అమలుపరచుటకు, 1. మానవ నైజ పరిజ్ఞానము 2. నిర్దుష్టమైన ప్రాపంచిక జ్ఞానము 3. ఇతరుల ఆమోదాన్ని బడయుటకు చాచకముగా మాట్లాడుట, విపులీకరించుట కూడ చాలా అవసరము.

### 2.0 చరిత్రాత్మకంగా :

ఒకప్పుడు "ఇంజనీరింగు" అన్న పదము ప్రత్యేకముగా సైనిక (మిలటరీ) ప్రయోజనాలకు మాత్రమే ఉద్దేశించబడినది. అందువలన ప్రజా సౌకర్యముల కొరకు, పురోభివృద్ధి కొరకు సంబంధించిన నిర్మాణములకు 'సివిలు ఇంజనీరింగు' అను మాట రెండు శతాబ్దముల క్రిందట వాడుకలోనికి వచ్చింది. క్రమముగ 19 వ శతాబ్దమున సివిలు ఇంజనీరింగు నుండి మెకానికల్, తర్వాత ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగ్ వంటి విడి భాగాలు రూపొందినవి. తదుపరి ఈ శతాబ్దములో రాసాయనిక

ఇంజనీరింగ్, మైనింగ్ ఇంజనీరింగు, మెటల్జి కల్ ఇంజనీరింగు (దాతు సాధన శాస్త్రము), ఇటీవల ఎలక్ట్రానిక్ మరియు టెలికమ్యూనికేషన్ ఇంజనీరింగు వంటి ప్రత్యేక శాఖలు రూపొందించడమే కాక, ప్రతి శాఖలోనూ విభిన్న ఉపశాఖలు కూడా ఏర్పడ్డాయి. ఈ సాంకేతిక శాఖలన్నిటిలోనూ, ప్రాచీనమైనది 'సివిలు ఇంజనీరింగు' అన్న సత్యము ప్రపంచమందంతటను గుర్తింపబడినది. దీనికి తార్కాణంగా ప్రపంచంలో పేరెన్నికగన్న కొన్ని కట్టడములు ఈ క్రింద నువహరించబడినవి: ఆఫ్రికా ఖండమందలి ఈజిప్టు దేశములోని ప్రాచీన యుగపు పిరమిడ్లు, 19 వ శతాబ్దమున ఫ్రాన్సు దేశంలో 296 మీటర్లుఎత్తున నిర్మితమైన ఎఫిల్ గోపురము (ఇది ఉక్కు పనితనపు నిర్మాణమునకు మహత్తర చిహ్నము), ఇటలీ దేశములో వాలి పోచా అనేక వినోద యాత్రికులను, ఇంజనీర్లను, ఆకర్షిస్తున్న మధ్యయుగపు పీసా గోపురము (ఎత్తు 58.4 మీటర్లు), అమెరికా సంయుక్తరాష్ట్రము నందలి ఆకాశము నంటుచున్న 102 అంతస్తుల ఎంపైర్ స్టేటు భవనము (ఎత్తు 375 మీటర్లు).

మన దేశం స్వాతంత్ర్యము పొందిన పిమ్మట పేరెన్నికగన్న అనేక సివిలు ఇంజనీరింగు నిర్మాణాలు జరిగినవి. వీటిలో ఆధునిక వాస్తు సూత్రములను నగర నిర్మాణ ప్రణాళికా సిద్ధాంతములను, మేళవించి రూపకల్పన చేసి నిర్మించిన చండీఘర్ నగరము, పంజాబులో సింధుఉపనదిపై కాంక్రీటుతో నిర్మించిన భాక్రాదాము (158.8 మీటర్లు), ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని నాగార్జునసాగరు దాము (128 మీటర్లు), కేరళ రాష్ట్రములో ఇడిక్కి వద్ద నున్న జలవిద్యుత్ ప్రాజెక్టు, పుదుచ్చేరి వద్ద సూతనముగా స్వయంపోషక సామాజిక నివాసానికి అనువుగా రూపొందుచున్న ఆరవిల్ల సుందర నగర నిర్మాణము మొదలుగా గల అనేక

నిర్మాణములు నేటి సివిలు ఇంజనీరింగు సమకూర్పు కొనిన బహు ముఖాభివృద్ధికి నిదర్శనాలు.

### 3.0 సివిలు ఇంజనీరింగు ఉపశాఖలు :

కాలానుక్రమంగా ప్రగతి ననుసరించి 'సివిలు ఇంజనీరింగు' అనేక ప్రధాన ఉపశాఖలుగా విభజింప బడినది. వాటి ప్రత్యేకతలు దిగువ నీయ బడినవి.

### 3.1 వాస్తు, శిల్ప, శాస్త్రముల ననుసరించి నగర నిర్మాణము (Architecture and Town Planning)

ప్రస్తుత వాతావరణంలో పారిశ్రామికాభివృద్ధి మూలాన జనాభా గ్రామాల నుండి నగరాలకు వలస పోతున్న కారణం వల్ల, పట్టణాలలో మురికి వాడలు పెరుగుచున్నవి. అంతియేకాక ఏ పట్టణ ప్రాంతమైనా సరియైన పద్ధతిలో అభివృద్ధిచెందుటకు మండల సూత్రముల (Zoning Laws) ను అమలుపరచుట, ప్రజాసౌకర్యముల నిమిత్తము వదలిన స్థలం దురాక్రమణను బహిష్కరించుట మొదలుగా గల కార్యములు నిర్వహించుట చాలా ముఖ్యము. దీనికి స్థానిక ప్రభుత్వాధికారులు, నగర నిర్మాణ శాఖవారు, యితరులు కలిసి కట్టుదిట్టముగా పనిచేసి, చట్టరీత్యా అధికారమును బడసి, వివిధ శాసనములు సామాజిక విశాసాభివృద్ధికి తోడ్పడునట్లు అమలుపరచవలెను.

### 3.2 భవన నిర్మాణము (Building - Construction) :

దేశ ప్రజల ఆర్థిక, సాంఘిక సాంస్కృతికాభివృద్ధి నిమిత్తము అనేక కార్యక్రమాలు చేపట్టుతూన్న ఈ రోజుల్లో భవన నిర్మాణము అవశ్యకమయినది. బలహీన వర్గాల ప్రజలకు, అధమ, మధ్యమ, పౌచ్చు ఆదాయాల కుటుంబాల వారికి

ఉండడానికి వీలుగా తగిన వసతులతో ఇండ్ల నిర్మాణము, విద్యుత్, ఆరోగ్య శాఖ మొదలుగా గల వివిధ సౌకర్యముల కొరకు తగిన భవనాలు, పారిశ్రామిక వాడలు, కర్మాగారాలు, ప్రభుత్వ కార్యాలయాలు, ప్రజల సంస్కృతి అభివృద్ధికి, వినోదానికి చిత్రప్రదర్శనశాలలు, ఎత్తైన భవనములు, మొదలైన అనేక రకముల భవనములు వివిధ రకములైన వస్తువులతో (అనగా రాయి, ఇటుక, కాంక్రీటు, ప్రపీడిత కాంక్రీటు, ఉక్కు, మొదలైన వాటితో) కట్టబడుచున్నవి.

**3.3. ఆనకట్టల నిర్మాణం, కాలువల త్రవ్వకం, నీటి పారుదల ఇంజనీరింగు :**

పెరుగుచున్న జనాభాకు చాలినంత ఆహారము పండించుటకు వీలుగా భూమికి నీటి వనరులు ఏర్పాటు చేయవలసి యున్నది. దీనికిగాను నదుల కడ్డుగా ఆనకట్టలు కట్టి, నీటి మట్టమును పెంచి, ఆ నీటిని కాలువలద్వారా పంటభూములకు మళ్ళించుదురు. పొలములోని మురుగు నీటిని సక్రమ పద్ధతిలో నది దిగువ భాగములోనికి లేదా దగ్గరగా ఉన్న మురుగునీటి ప్రవాహము లోనికి మళ్ళించుదురు. ఈనాటి సాంకేతికాభివృద్ధి మూలమున మంచి రాతి పునాది లేని చోట్లలో కూడ మట్టితో ఎత్తైన దాములు కట్టబడుచున్నవి.

(చూ: విజ్ఞాన దీపిక I. పే. 104, 111.

**3.4 భూజల అన్వేషణ; మరియు నిర్వహణ**

(Ground Water Engineering):

ఈ ఆంశము ముఖ్యముగా మన దేశంలో ఈ దశాబ్దములోనే వృద్ధిపొందినదని చెప్పవచ్చును. దీనికి కారణము గతకొద్ది సంవత్సరాలుగా వరుసగా తగినంత వర్షాలు పడకపోవడంచేత ప్రవహించే నదులు వడ్డీపోవడం భూగర్భ జలాల, అన్వేషణ

శాస్త్రీయ పద్ధతులపై వాటి వినియోగం మరియు నిర్వహణ ఇటీవలనే ప్రధానాంశాలుగా గుర్తించబడినవి. దీనికి అనుకూలంగా కేంద్ర, రాష్ట్ర ప్రభుత్వాలు భూగర్భజల సంస్థలను, స్థాపించి కృషి ప్రారంభించాయి. దీని నుండి తగిన లాభాలు పొందడానికి - వర్షపాతం, వాతావరణం, నై సర్గిక పరిస్థితులు మొదలుగా గల అనేక అంశములలో సరియైన వృత్తాంతములు తయారుచేసి, అంచనాలు కట్టడం మొదటిమెట్టు. వీటికై శ్రేత పరిశోధనలు, ప్రయోగాల ద్వారా విమర్శనాత్మకంగా పరీక్షించి, సరియైన పద్ధతులలో ముందడుగు వేయాలి.

**3.5 ప్రజారోగ్యపు ఇంజనీరింగ్ (Public Health Engineering) :-**

జనాభికి ఆరోగ్యానికిగాను ముఖ్యముగా, చక్కగ శుభ్రపరచిన మంచినీరు, మురుగు నీటిపారుదల, శౌచక్రియకు వసతుల ఏర్పాటు చాల అవసరము. ఇటీవల పారిశ్రామికాభివృద్ధి మూలమున అనేక కర్మాగారాల నుండి వెలువడు మలిన పదార్థములు, వాయువులు, జన సమృద్ధమెక్కువవుతున్న పట్టణాలలో మోటారుబండ్లనుండి వెలువడు విషవాయువులు, చుట్టు పట్టనున్న నీటిని, గాలిని, మలినము చేసి, ప్రజల సుఖ జీవితానికి హాని కల్గించుచున్నవి. అందువలన మలిన పదార్థములను, వాయువులను, కొంతవరకైన శుభ్ర పరచవలసిన అవశ్యకతను గ్రహించి, ప్రభుత్వము తదనుకూలమైన శాసనములను చేయుచున్నది. ప్రతిపౌరుడు తను మసలు స్థలమును శుచిగా నుంచవలసిన అవశ్యకతను గురించి బోధింపవలెను.

**3.6. శిలా యాంత్రిక శాస్త్రము-పొరంగ త్రవ్వకము (Rock Mechanics):**

ఇటీవల శిలా యాంత్రిక శాస్త్రము ప్రగతి చెంది సివిలు ఇంజనీరింగులో ప్రత్యేక ఉపశాఖగా

రూపొందుచున్నది. పూర్వము సౌరంగత్రవ్యకము మాత్రమే బాగా తెలిసిన విషయము. ముఖ్యముగా రైలు మార్గములు, రహదారి మార్గములు, కాలువలు, వీనిని సౌరంగముల ద్వారా తీసుకెళ్ళుట అందరికి తెలిసిన విషయమే. ఇటీవల సాంకేతిక అభివృద్ధి ననుసరించి, వీడన సౌరంగములు, తరలింపు సౌరంగములు కూడ కట్టబడుచున్నవి. అవసరాన్ని బట్టి అనేక జల విద్యుత్ కేంద్రముల పునాదులే కాక యంత్రములు కూడా శిలలో నిర్మించుట పరిపాటయింది. దీనికిగాను శిల యాంత్రిక శాస్త్రము బహుముఖాభివృద్ధి చెందినది. దేశంలోని నదీ జలాలను పూర్తిగా ఉపయోగించాలంటే శిల యాంత్రిక శాస్త్రమునందు అనుభవము, అవరణ, అంతియేకాక వివిధ శిల పరీక్షలు చేయుటకు ప్రయోగశాలలు, అవశ్యములు.

### 3.7 భూ యాంత్రిక శాస్త్రము మరియు (Soil Mechanics) పునాదికల్పన :

సివిలు ఇంజనీరింగులో నూతనమైన ఈ ఉపశాఖ 1926 సంవత్సరములో కరల్ డెర్ జాగీ ద్వారా గుర్తించబడినది. తగిన అన్వేషణ, అనుభవము, అవరణం ద్వారా-పెరుగుతున్న మానవాళి అవసరాలను తీర్చే విధముగా-పునాదులకు రూప కల్పన చేయడం, బంపినపైన బురదమట్టి స్థలాలనుకూడా ఆధునిక ప్రయోగపద్ధతుల ననుసరించి వాటి ధారణ శక్తిని పెంపొందించి, పొచ్చు ఉపరిభాగమును మోయునట్లు చేయడం జరుగుచున్నది. ఉదాహరణకు విశాఖపట్టణం రేవునుండి ఇనుప ఖనిజం దిగుమతి చేయటంలో అచ్చటి బురదమట్టి నేం 10, 12 మీటర్ల ఎత్తు ఇనుప ఖనిజపు గుట్టను సంతుప్తి కరంగా మోయునట్లు శక్తివంతంగా మార్చబడుచున్నది.

కొన్ని దశాబ్దముల క్రిందట మట్టితో ఎత్తైన దాములు కట్టటం, కల అనుకొనేవారు. కాని

మృత్తికా విజ్ఞానము ఇటీవల పొందిన ప్రగతి మూలమున ఈనాడు ప్రపంచములో కాంక్రీటు, రాతి కట్టడు దాములు, కట్టలేని అనేక స్థలములలో వాటి కన్న తక్కువ ఖర్చుతో మట్టి దాములు జయప్రదముగా కట్టబడుచున్నవి. వీటి ఎత్తు ఇప్పటికి 180 మీటర్లను అధిగమించింది. ఇంకా చెప్పాలంటే సాధారణంగా లోహముతో తమరయే నూనె గిడ్డంగులను, వాటికగు ఖర్చుతో పదవ వంతుతో మట్టితో జయప్రదంగా నిర్మించుట కూడా సాధ్యమే. ఉదాహరణకు, ఈ విధమైన కట్టడం దక్షిణ అమెరికాలో ఇటీవలనే పూర్తి చేశారు. సముద్రములో నూనె కొరకు అన్వేషణ జరుప గలుగుచున్నారంటే దీనికి కారణం నీటిలోని పునాది కల్పనలోని ప్రగతియే.

### 3.8. నిర్మాణపు ఇంజనీరింగు (Structural Engineering):

ఏ సివిలు ఇంజనీరింగు కట్టడానికైనా నిర్మాణపు ఇంజనీరింగు ఆయువుపట్టు. ఇందులో ముఖ్యముగా కట్టడము యొక్క రూపురేఖలు, కొంతల ననుసరించి, ధానికపయోగించు నిర్మాణ పదార్థపు (Construction Material) ధర్మములను, గణిత భౌతిక శాస్త్రీయ జ్ఞానముతో మేళవించి, ఏ కట్టడమున నైనా దానిపైవచ్చు భారము, వివిధ వీడనములు కనుగొనవలెను. తదనుగుణముగా కట్టడానికి కావలసిన కొలతలు, రూపురేఖలు దిద్దడం ఇందులో ప్రధానాంశము.

### 3.9. రైలు మార్గము, రోడ్లు, వంతెనలు, విమానాశ్రయములు, నౌకాశ్రయముల నిర్మాణము

ప్రజల రాకపోకలకు, వివిధ వస్తువుల రవాణాకు, ఎగుమతి దిగుమతులకు రైల్వేలు, రహదార్లు, నౌకాశ్రయములు, విమానాశ్రయములు చాలా అవసరము,

రోజురోజుకు పెరుగుచున్న జనాభా అవసరాన్ని బట్టి రవాణా వేగము పెంచుచున్నది. ఈపాచ్చు వేగమునకు సరిపడు మార్గ నిర్మాణమునకు ఆధునాతన పద్ధతులు అమలు పరుస్తున్నారు.

(చూ. విజ్ఞానదీపిక II పేజీ 187)

### 3.10 నగర ప్రాంతపు ఇంజనీరింగ్ : (Urban Engineering)

ఒక ప్రక్క రోజుకు రోజు బాహాటంగా పెరిగి పోతున్న జనాభాతో, మరొక ప్రక్క తీరు తెన్నులేని పద్ధతిలో స్థాపించబడుచున్న పరిశ్రమలు, ప్రభుత్వ వాణిజ్యసంస్థలు, మొలకెత్తుటతో, వేరొక ప్రక్క స్థలాల దురాక్రమణంతో నగర ప్రాంతాలు అనేక విధములైన చిక్కు సమస్యలకు లోనగు చున్నవి. వీటిని పూర్తిగా సంతుష్టికరంగా పొరుల పురోభివృద్ధికి అనుగుణంగా పరిష్కరించాలంటే నగరపాలకులను, దీనికి సంబంధించిన వివిధ ప్రభుత్వ శాఖల అధికారులను సంఘటిత పరచి, వారి సమన్వయము సమన్వయకరముగా శాస్త్రీయ దృక్పథంతో తర్కించి పరిష్కరించ వలసియున్నది. ఇంటియే కాక నగర అవసరాలను తీర్చు నిమిత్తము క్రొత్త పద్ధతులతో అనేక కట్టడ నిర్మాణములు జరుగవలసియున్నది. ఇవి జరుగు కాలములో కూడా ప్రజలు కష్టానికి గురి కాకుండా వివిధ వసతులు, సదుపాయములు కలుగ జేయవలెను. దీనినే 'అర్బను ఇంజనీరింగు' అంటారు. ఇందు ముఖ్యముగా నగర పాలక శాఖ, రహదార్లు, భవనాలశాఖ, పట్టణప్రణాళికాశాఖ, ప్రజారోగ్యశాఖ, మంచినీటి వసతి - శుచి శాఖ, పోలీసు శాఖ, అధికారులు, ఇతరులు, పౌర సమితి ప్రతినిధులు కలిసి చర్చించి, దీర్ఘకాలపు ప్రణాళికలను రూపొందించి వాటిని సక్రమముగా అమలు జరుపవలసియున్నది. ఇట్టి అవసరములను తీర్చు నిమిత్తమే ఇటీవల ప్రైదరాజాదులో నగరాభివృద్ధిసంస్థ (Urban Development Authority) ఏర్పాటు అయినది.

### 4. సివిలు ఇంజనీరింగును పెంపొందించే సంస్థలు :

పైన చెప్పిన కార్యక్రమాలు అమలు జరపడానికి కృషి చేయుచున్న వివిధ సంస్థల పేర్లు దిగువ పొందుపరచ బడినవి:

1. కట్టడ నిర్మాణము చేయు కంట్రాక్టరులు (Contractors).

2. పారిశ్రామిక సంస్థలకు, ప్రజాసంస్థలకు, ప్రభుత్వాలకు, వ్యక్తులకు, ప్రణాళికలు, రూపకల్పనలు, తయారు చేయు సలహాదార్లు - (Consultants).

3. ప్రభుత్వ సహాయముతో ఏర్పాటు చేయబడిన పురపాలక సంఘములు, నగర, విమానాశ్రయ, నౌకాశ్రయ పురోభివృద్ధి సంస్థలు, గృహ నిర్మాణ సమితులు, భూగర్భజల సంస్థ మొదలగునవి.

4. ప్రభుత్వముచే స్థాపించబడిన పరిశోధన సంస్థలు, కేంద్రీయ రోడ్ల పరిశోధనాలయము, భవనాల పరిశోధనాలయము, నిర్మాణశాస్త్ర పరిశోధనాలయము, ప్రజారోగ్య పరిశోధనాలయము, మొదలయినవి.

5. ప్రభుత్వ రంగములో స్థాపించబడి సివిలు ఇంజనీరింగు నిర్మాణమున కెంతో తోడ్పడుచున్న అనేక కంపెనీలు.

6. ప్రైవేటు రంగములో స్థాపించబడి సివిలు ఇంజనీరింగు నిర్మాణము చేపట్టుతున్న అనేక కంపెనీలు.

7. వివిధ కేంద్ర, రాష్ట్ర ప్రభుత్వ శాఖలు, సేద్యము, ప్రజారోగ్యము, పంచాయితీ, రహదార్లు, భవనాలు, రైల్వేలు, మొదలైనవి.

8. సివిలు ఇంజనీరింగు పరిశోధనలు చేయుచున్న అనేక ఇంజనీరింగు కళాశాలలు, సాంకేతిక సంస్థలు మున్నగునవి.

9. దేశమందలి ఇంజనీర్ల సంఘములు.

మ॥ వేంకటరత్నం.



## 243. సర్వేయింగ్

ఒక పరిసరము లేక స్థలమును ఆర్థము చేసుకొనుటకు ఒక ప్రాంతము లేక దేశమును అంచల వారిగా అభివృద్ధి చేయుటకు, వానికి సంబంధించిన ప్లాను (Plan) లు లేక పటము (Map) లు ఎంతో అవసరము. ఈ ప్లానులు లేక పటములు ప్రకృతి సహజములుగాను, మానవ నిర్మితమైనట్టివియును అయిన నదులు, కొండలు, తోటలు, రహదారులు, కట్టడములు మొదలగు వాటి - ఎత్తు పల్లములను, వాటి సాపేక్ష స్థానములను చూపును. ప్లానులు పెద్ద మాపకము (Scale)నకు, పటములు చిన్న మాపకమునకు తయారు చేయుదురు. సాధారణముగా సాంకేతిక సంబంధమైన పనులకు పరిమితమైన స్థలము అభివృద్ధి చేయుటకు ప్లానులు వాడెదరు; చాలా విస్తీర్ణమైన ప్రదేశములకు పటములు వాడెదరు. ఉదాహరణకు భారతదేశపు రహదారుల పటమునందు వివిధ ప్రదేశములను కలుపు వివిధ రకములైన రహదారులు చూపబడిఉండును. అదే విధముగా రైల్వే పటమునందు పలు రకములైన రైలుదారులు చూపబడును. ఇవి కాక భూశాస్త్రము, పురాతత్వ శాస్త్రము, భూగోళ శాస్త్రము, జనసాంద్రత, నేలం రకములు వంటి అనేక విషయములలో కూడా సర్వేపద్ధతులను ఉపయోగించి పటములను తయారుచేయుదురు. ఒక దేశముయొక్క సరిహద్దులను కాపాడుకొనుటకు ఆదేశపు, మరియు ప్రక్కదేశముల హద్దులు చూపు పటములు ఎంతో అవసరము. మనదేశమునందలి ఈశాన్య ప్రాంతమునకు సరియైన పటములు లేనందున 1962 లో చైనా దండయాత్ర సమయమందు, మన సైన్యము పెక్కు కష్టనష్టములకు గురికావలసి వచ్చినది. కాబట్టి ఒక ప్రదేశమును సులభముగాను, లాభదాయ

కముగాను, తక్కువకాలమునందు అభివృద్ధి చేయవలెనన్న దానికి సంబంధించిన పటములు ఎంతో అవసరము.

ఒక ప్రాంతపు అభివృద్ధికి పటములు ఇంతగా అవసరమయినపుడు, వానిని తయారుచేయు పద్ధతి తెలుసుకొనుట సమంజసము. వీనిని వివిధ సర్వే పద్ధతుల ద్వారా తయారుచేయుదురు. వాటి స్వభావము, ఉపయోగము, సాధనములను లబ్ధి సర్వేను ఈ క్రింది విధముగా విభజింపవచ్చును.

అ. సర్వే స్వభావమును అనుసరించి :

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1. భూమి సర్వే.<br>(Land Surveying) | (i) స్థల వివరాల సర్వే<br>(Topographical Survey) (ii) సాగుబడిచే<br>యభూముల సర్వే<br>(Cadastral Survey).<br>(iii) పట్టణపు సర్వే<br>(City Survey). |
|------------------------------------|--|

2. జల సర్వే (Hydrographic Survey).

3. ఆంతరిక్ష సర్వే. (Astronomical Survey)

ఆ. సర్వే ఉద్దేశమును అనుసరించి :

1. సాంకేతిక సంబంధమైన సర్వే  
(Engineering Survey)
2. యుద్ధసంబంధమైన సర్వే (Military Survey),
3. గనులసంబంధమైన సర్వే (Mining Survey),
4. భూ శాస్త్రీయ సర్వే (Geological Survey),
5. పురాతనవస్తుసంబంధ సర్వే (Archaeological Survey).

ఇ. సర్వే పద్ధతులను, సర్వేయింగు వాడు సాధనముల ననుసరించి :

1. గొలుసుసర్వే (Chain survey), 2. దిక్పాచి సర్వే (Compass survey), 3. థియోడలైట్ సర్వే (Theodolite survey), 4. వ్యాపకసర్వే (Traverse survey), 5. త్రిభుజ సంబంధమైన సర్వే (Triangulation Survey), 6. సమతల సర్వే (Plane Table survey), 7. ఫోటో గ్రాఫిక్ సర్వే (Photographic survey), 8. విమానము నుండి చేయు సర్వే, (Aerial survey).

పైన పేర్కొనబడిన వాని యందలి కొన్ని ముఖ్యమైన సర్వే పద్ధతులు క్రింద వివరింపబడినవి,

గొలుసు సర్వే యందు రేఖాకొలతలు మాత్రమే తీయుదురు. పరిమిత ప్రదేశములకు ఎక్కువ వివరములు అవసరము లేనిచోట ఈ సర్వే బాగుగా ఉపయోగపడును. కావలసిన కచ్చితము (Accuracy)నుబట్టి వివిధరకములైన తేపులు (Tapes), గొలుసులు (Chains) ఇందులో వాడెదరు.

దిక్పాచి సర్వే యందు, రేఖా కొలతలు, కోణముల కొలతలు (Angular Measurements) ద్వారా బిందువులు, వాటి ద్వారా ఆకృతి నిర్ణయించబడును. కాని ఈ సర్వేయందు తగిన జాగ్రత్తలు తీసుకొనక, ఆయా ప్రాంతములయందుండు ఆయస్కాంత ఆకర్షణ శక్తులను మనసులో ఉంచుకొని కొలతలు తీయని యెడల, కావలసినంత ఖచ్చితముగా సర్వే చేయవీలుపడదు.

గొలుసు సర్వే యందు, దిక్పాచి సర్వేయందు ఆయా ప్రదేశముల యందు మొదట కొలతలు తీసుకొని, తర్వాత కార్యాలయములలో ప్లానులులేక పటములు గీయుదురు. కాని సమతల బద్ధ సర్వేయందు ఇట్లు కాదు. ఇందు కొలతలు తీసుకొనుట ఆకృతి చిత్రించుట అను రెండు పనులు ఒకేసారి జరుప

బడును. అన్ని విశేషములను పనిచేయు ప్రదేశము నందే, అప్పటి కప్పుడే గీయుటవలన కొన్ని వివరములు మరచిపోవుట అన్నది సాధారణముగా జరుగదు.

పైన చెప్పిన పద్ధతుల వలన కొన్ని వివరములు (Details), మాత్రమే ప్లానులోపల చూపుటకు సాధ్యపడును. కాని భూమి, దానికి సంబంధించిన ఎత్తు పల్లములు చూపుట సాధ్యపడదు. వివిధ ప్రదేశముల ఎత్తులను వాటిమధ్య ఎత్తులను కనుగొనవలెనన్న, చదును పద్ధతి (Leveling) వివాదవలెను. దీని యందు లెవల్ (Level), కొలతపట్టి (staff) అను రెండు సాధనములు వాడెదరు. వివిధ ప్రాంతముల, బిందువుల ఎత్తులను చూపుటకు ప్రతిదేశము ఒక దత్తాంశము (Datum) ను ఉపయోగించుచు కరాచీ పద్ధతి నిర్ణయించబడిన సగటు సముద్ర మట్టము (Mean sea Level) ను భారతదేశము దత్తాంశముగా వాడుచున్నది.

ఇంకా ఖచ్చితమైన కొలతలకు థియోడలైట్ (Theodolite) అనే పరికరమును వాడెదరు. ఈ సాధనముద్వారా షీతిజ కోణము (Horizontal Angles), లంను, ఉన్నతాంశ కోణము (Vertical Angles) లను కనుగొని, వాటి ద్వారా, బిందువుల మధ్యదూరములను, షీతిజసమతలము (Horizontal Plane), ఉన్నతాంశ తలము (Vertical Plane), ఏటవాలు క్షేత్రము (Inclined Plane) లందు కనుగొనవచ్చును. కావలసిన ఖచ్చితమును బట్టి వర్నియర్ థియోడలైట్ (Vernier Theodolite), మైక్రోమీటర్ థియోడలైట్ లను (Micrometer theodolite), మైక్రోప్రాప్టిక్ థియోడలైట్ (Microptic theodolite) వంటి వివిధములైన థియోడలైట్ లను వాడెదరు. మైక్రాప్రాప్టిక్ థియోడలైట్ ద్వారా కోణములను ఒక్క సెకను వరకు కొలవవచ్చును.

ఇట్టి పద్ధతులు, సాధనములు, భూమి కొలత యందు, జల సర్వేయందు, అంతరిక్ష సర్వేయందు వాడెదరు. భూమి కొలతల సర్వేయందు ప్రకృతి సిద్ధమైనట్టి, మానవ నిర్మితమైనట్టి రూపురేఖల కొలతలు తీసికొనెదరు. తద్వారా మట్టిపని లెక్కల (Earth Work Calculations)నుమడింపు చేయ వచ్చును; రహదారులు, రైల్వే మార్గములు, నీటి కాలువలకు కావలసిన భూవివరణలు లెక్క కట్టవచ్చును. జల సర్వేయందు వివిధ స్థలముల వర్ష, బిందువులవర్ష నీటి లోతులను కనుగొనెదరు. నీటియందు నిర్మించు కట్టడములకు, ఈ కొలతలు చాలా అవసరము. అంతరిక్ష సర్వేయందు ఆకాశమునందలి నక్షత్రములు, సూర్యుడు, చంద్రుడు మున్నగు వాటి కొలతలు తీసుకొని కాలము (Time), అక్షాంశము (Latitude), రేఖాంశము (Longitude) లను నిర్ణయించుదురు.

పటములు తయారుచేయుటకై కొలతలను తీసి కొనటంలో ఒక ఇబ్బంది ఉన్నది. భూమి గుండ్రముగా ఉండి గోళతలమును కలిగి ఉన్నది. కాని పటములు సమతలముగా నున్న కాగితముపై గీయుదురు. దీని మూలమున ఒక ప్రదేశము యొక్క విస్తీర్ణమునందు, ఒక స్థలము నుండి మరి యొక స్థలమునకు గల దిక్కులయందు, వ్యత్యాస ముండును. పటములు తయారుచేయుటలో ఈ వ్యత్యాసమును తగ్గించుటకు గాను పలురకములైన ప్రక్షేపణల (Projections) ను వాడుదురు.

### క్రొత్త అభివృద్ధులు (New Developments):

ప్రదేశముల మధ్యదూరము గొలుసు వంటి సాధనములచే కొలుచుటకు వీలుకానప్పుడు, త్రిభుజ సంబంధమైన సర్వే (Triangulation Survey) ద్వారా, దూరములను లెక్కకట్టవచ్చును. కాని ఇటీవల కాలములో, చెట్లు మొదలగు అడ్డంకులను అధిగ

మించి దూరములను కొలచుటకు జియోడిమీటర్ (Geodimeter), టెల్లరోమీటర్ (Tellurometer) వంటి సాధనములు కనుగొనబడినవి. ఈ సాధనముల ద్వారా, ఖచ్చితముగాను, చాలా తక్కువ కాలములోను దూరములనుకొలువ వచ్చును. దూరములను కొలుచుటకు ఇప్పుడు లేజర్ కిరణపుంజము (Laser beam) ను కూడ వాడుచున్నారు.

విమానము నుండి సర్వే చేసే పటములు తయారుచేయుట 20 వ శతాబ్దము నందలి ఇంకొక అభివృద్ధి, ఈ విధానమునందు - నిర్ణీత సమయము లందు విమానముందు ఉంచిన - కెమేరాల ద్వారా ఫోటోలు తీసి, ఆ ఫోటోలను మల్టిప్లెక్స్ (Multiplex), స్టీరియో ప్లానిగ్రాఫ్స్ (Stereoplanigraphs) వంటి యంత్రముల ద్వారా మూడు పరిమాణముల (Three dimensions)లో చూస్తూ, పటములను తయారు చేయుదురు. మొదట వివరించిన పద్ధతుల కన్న దీని వలన చాలా లాభములు కలవు, ఒక్కసారి ఫోటోలుతీసిన తరువాత వీనినహాయ మతో, మనకు ఎప్పుడు కావలసినను అవసరమగు మాపకము (Scale)లకు పటములను తయారు చేసు కొన వచ్చును. ఒకవేళ కొన్ని వివరములు మరచి పోయినను, భవిష్యత్లో కొన్ని వివరములు చేర్చ వలెనన్నను, ముందు తయారు చేసిన మ్యాపు నందు కావలసిన వివరములు చేర్చవచ్చును. అన్ని వివరములను, మూడు పరిమాణములతో చూడ కలుగుట వలన ఏ ఒక్కదానినిగాని మరచిపోవుట సాధారణముగా జరుగదు. ఈఫోటోలను అటవీశాఖ, గనులశాఖ మొదలగు శాఖలు కూడ ఉపయోగించ వచ్చును. ఆయా ప్రాంతములకు వెళ్ళకనే ఫోటోలు ముందుంచుకొని, నిపుణులు వివిధ విషయములపై చర్చింప వచ్చును. ఈ ఫోటోల సహాయముతో ఎన్నో విషయములు వివరించ వచ్చును. ఈ పద్ధతి ద్వారా, భూముల స్వంతదారులకు కాని, పరప్రభు

ట్యానికిగాని తెలియకనే, ఒక ప్రదేశము లేక దేశము యొక్క పటములను త్వరితముగాను, తక్కువ శ్రమతోను, తక్కువ ఖర్చుతోను, తయారు చేయవచ్చును.

ఉపగ్రహము (Satellite) ద్వారా ఫోటోలు తీసి పటములు తయారు చేయుట ఇటీవల సాధించిన ఇంకొక అభివృద్ధి. పరిశోధక (Exploratory) సర్వేయందు ఈ ఉపగ్రహ ఫోటో పద్ధతి ఎంతైనా ఉపయోగకరము. కనబడకుండా దాగి ఉన్న వనరులను కనుగొనుటకు, వాటికి సంబంధించిన పటములను తయారు చేయుటకు ఈ పద్ధతి చాలా లాభదాయకమైనది. 90° దృష్టి క్షేత్రము (Field of

View) గల కటకముతో 2000 కిలో మీటర్ల ఎత్తు నుండి, ఒకేసారి భూమియొక్క మూడవవంతు భాగమును ఫోటో తీయవచ్చును. అమెరికా దేశీయులు ఉపగ్రహము ద్వారా మనకు, తెలియకుండగనే మన దేశమును ఫోటోలు తీసి, అందు ఉన్న సహజ వనరుల పట్టికను తయారు చేసినారు.

మన దేశమునందలి సహజ వనరుల సంపదను కనుగొనుటకు వాటికి సంబంధించిన పటములను త్వరగా తక్కువ శ్రమ, ఖర్చులతో, తయారు చేయుటకు, ఇటీవల కనుగొనబడిన ఎన్నో క్రొత్త సర్వే పద్ధతులను ఉపయోగించవలసి ఉన్నది.

శ్రీ బి. బాలసుబ్రహ్మణ్యం

## 244. మృత్తికా విజ్ఞానము ( Soil Engineering )

సివిల్ ఇంజనీరింగ్ లోని వేర్వేరు శాఖల్లో మృత్తికా విజ్ఞానం అనేది ప్రత్యేక శాఖగా గడచిన ఐదు దశాబ్దాల్లో వాడుక లోనికి వచ్చింది. సివిలు ఇంజనీరు ఉపయోగించే అనేక వస్తువుల్లో మన్ను ఒకటి. మట్టితో ఆనకట్టలు, గట్టు, పూర్వం నుంచి నిర్మిస్తూనే ఉన్నారు. ఇంజనీర్లు రూపొందించే భవనాలు, వంతెనలు, ఇతర నిర్మాణాలన్నిటికీ పునాదులు అవసరం. కట్టడాల బరువును పునాదుల ద్వారా నేల మోస్తుంది. అందువల్ల నిర్మాణాలు సురక్షితంగా ఉండడానికై, సరియైన పునాదులను నిర్మించాలంటే, మట్టి వహనసామర్థ్యాన్ని అర్థం చేసుకోవడం అవసరం.

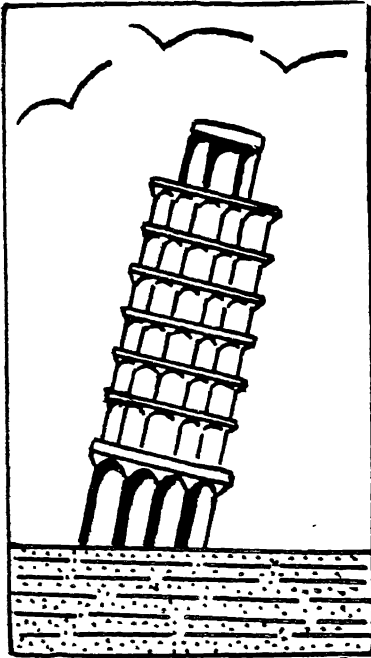
శాస్త్రదృష్ట్యా మృత్తికా విజ్ఞానాన్ని రెండు భాగాలుగా అధ్యయనం చేయవచ్చు. మొదటిది భూ

యాంత్రిక శాస్త్రం (Soil Mechanics); రెండవది పునాది శాస్త్రం (Foundation Engineering).

నేలలో అనేక రకాల మన్నులే కాకుండా ఎన్నో శిలలు ఉంటాయి. ఇవి ఒండు, బంకమన్ను, ఇసుక, గుంక, కంకర, ఏకాంధపు శిలలు వంటి రూపాల్లో ఉంటాయి. పునాదులు వేసేప్పుడు తారసపడే పదార్థాల భౌతిక ధర్మాలతో పరిచయం అవసరం. పునాది ద్రవ్యాల మచ్చులను (Samples) తీసుకొని ఇంజనీరింగ్ పరిశోధనాలయాల్లో ఏకాంకభారం (Unit Weight), శూన్యతా నిష్పత్తి ( Void Ratio), నీటిపాలు (Water Content) మొదలైన ధర్మాలను నిర్ణయిస్తారు. మట్టి స్వభావాన్ని సీరు, చాలవరకు మార్చుతుంది. అందువలనే ఆనకట్టలో వాడే మట్టి, నదీ గర్భాల్లో నిర్మించే పునా

దులు-వీటి రూప కల్పనల్లో మట్టి ప్రభేద్యత(Permeability) ను కొలవాలి.

బరువుల మూలంగా క్రిమక్రమంగా మట్టిలోని నీరు బయటకు ప్రవహించి, మట్టి పరిమాణం తగ్గి, భవనాలు అధశ్చలనం(Settlement) చెందుతాయి. నేల అంతటా చలనం ఒకే విధంగా లేకపోతే వ్యత్యస్త అధశ్చలనం(Differential Settlement) ఏర్పడి భవనం ఒంగిపోతుంది. ఇటలీదేశంలోని పీసా గోపురమును ఇందులకు ఉదాహరణగా చెప్పకోవచ్చు. క్రీస్తుశకం 1350 లో నిర్మించబడిన ఈ గోపురం (పటం-1.) క్రింది నేలలోని స్వభావం వల్ల లంబం నుంచి సుమారు నాలుగు మీటర్లు ప్రక్కకు వాలి పోయి, దర్శనీయ స్థలంగా పేరుపొందింది.



పటము-1. పీసాగోపురము (ఇటలీ)

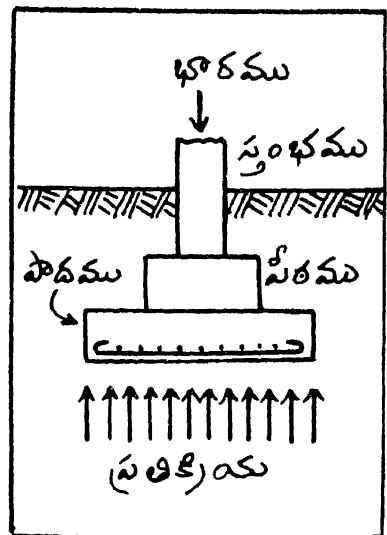
భౌతిక ధర్మాలను పరిశీలించడమే కాక యాంత్రిక శాస్త్రం (Mechanics) లోని సూత్రాలను ప్రయోగించి మట్టి ప్రతిబలం(Stress), వికృతి మొదలైన అంశాలను కూడా లెక్కకట్టవచ్చు. ఇంతేకాక నిలుపు గోడల(Retaining Walls)పై

భూ ప్రేషాలు (Earth Pressures), వీలవారు తల సైర్యం (Slope Stability), విమోచనా ధర్మాలు (Shear Properties) వంటి అనేక విషయాలను భూ యాంత్రిక శాస్త్రం సమగ్రంగా పరిశీలిస్తుంది. ఈ శాస్త్రం సాధించిన అభివృద్ధివల్ల ఎత్తైన ఆనకట్టలకు, భారీమేడలకు సరిపడే పునాదులు నిర్మించే వీలు అవుతున్నది.

**పునాది శాస్త్రం :**

నిర్మాణపు బరువును నేల మీద విభజించి ప్రతి బలం ఎక్కువ గాకుండా, అధశ్చలనం మితిమీరకుండా, కాపాడే నిర్మాణపు భాగమే పునాది. సాధారణంగా నిర్మాణాల్లో మనకు పునాదులు వైకి కనిపించవు. నిర్మాణ రకాన్ని బట్టి, స్థలాన్ని బట్టి పునాది మారుతుంది.

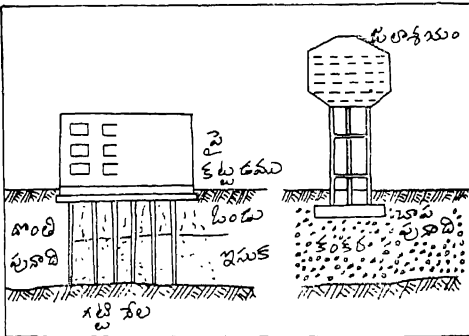
ఎత్తుగాని వైశాల్యంగాని ఎక్కువలేని మామూలు భవనాల క్రింద పరుపుడు (Footings) పునాదులను నిర్మిస్తారు. స్తంభంనుండి ప్రసారమయ్యే బరువును వెడల్పైన చతురస్రాకారంగా గాని, వర్తలాకారంగా గాని నిర్మించిన కాంక్రీటు, పాదం మోస్తుంది. స్తంభం క్రింది పరుపుడు పునాది, పటము-2.లో చూపబడింది.



పటము-2. పరుపుడు పునాది.

పునాది వైశాల్యం, నేయొక్క వహనసామర్థ్యం (Bearing Capacity)పై ఆధారపడి ఉంటుంది. స్తంభాల సంఖ్య ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు, నేల సామర్థ్యం సరిపోనప్పుడు పాదాన్నిటిని కలిపి చాప (Raft) పునాదిగా నిర్మిస్తారు.

అంతస్తుల భవనాల వంటి పెద్ద నిర్మాణాల భారం ఎక్కువగా ఉంటుంది. పై నేల దుర్బలంగా ఉండే పునాదులను ఎంతో లోతులో నిర్మించాలి. ఇట్టి పరిస్థితుల్లో దొంతి పునాదులు ఉపయోగ పడతాయి. దొంతులను ((Piles)కర్రతోగాని ఉక్కుతోగాని కాంక్రీటుతో గాని నిర్మించవచ్చు. పటం-8లో దొంతులపై ఆధారపడిన భవనం, చాప పునాదిపై నిర్మించబడిన జలాశయపు స్తంభాలను చూడవచ్చును.



పటం-8. దొంతి, చాప పునాదులు.

వంతెనల వంటి భారీ నిర్మాణాలకు ఉపయోగించే పునాదులను నూతి (Well) పునాదులంటారు. నీటి మట్టం క్రింద 20, 30 మీటర్ల లోతున గట్టి పొర తగిలే వరకు కాంక్రీటు నుయ్యిని ఏర్పరచి, వంతెన స్తంభాలను నిర్మిస్తారు. నీటి అడుగున ఉండే ఈ పునాదుల నిర్మాణం ఎంతో శ్రమతో కూడుకున్నది. ఉదాహరణకు ఈ మధ్య పూర్తి అయిన గోదావరి వంతెన నిర్మాణంలో మొత్తం వ్యయం సుమారు పదికోట్ల రూపాయలు కాగా, పునాదులకు మాత్రమే రెండు కోట్ల రూపాయలు వెచ్చించినారు.

నేడు పునాది శాస్త్రాన్ని ఇతోధికంగా వికసింపజేయడానికి ఎన్నో సంస్థలు కృషి చేస్తున్నాయి. మన దేశంలోని అనేక విశ్వవిద్యాలయాల్లో ఈ విషయం గురించి ఉన్నత విద్యా బోధన జరుగుతున్నది. పెద్ద పెద్ద నిర్మాణాల్లో తయ్యై విచిత్రమైన సమస్యలను భూయంత్రిక శాస్త్రంలోని పరిశోధనల సహాయంతో పరిష్కరిస్తున్నారు. ఇంజనీరులు, చంద్రమండలం లోని మృత్తికల కూడా పరిశీలించి, అనతి కాలంలోనే ఆక్కడి భవనాలకు కూడా పునాదులను నిర్మించే ప్రయత్నంలో ఉన్నారు.

డా॥ డో. బాబురావు.

## 245. భవన నిర్మాణ శాస్త్రము

మానవ నివాసం కొరకు లేదా మరియే ప్రయోజనం కొరకు గాని నిర్మింప బడిన కట్టడాన్ని భవనము అంటారు. భవనం ఎట్టి వస్తువుతోనైనా నిర్మింపబడవచ్చును. భవనాన్ని నిర్మించే సూత్రాలను తెలిపే శాస్త్రాన్ని భవన నిర్మాణ శాస్త్రమంటారు.

నివాస సౌకర్యాలను బట్టి భవనాలను ఎన్నో రకాలుగా విభజించ వచ్చును. ఉదాహరణకు, నివాస గృహాలు, విద్యాలయాలు, కార్యాలయాలు, సమాజ మందిరాలు, వ్యాపార గృహాలు, కర్మాగారాలు, మొదలగునవి. ఇదే విధంగా నిర్మాణ పద్ధతుల ననుసరించి, జ్వాలా నిరోధక శక్తిని

అనుసరించి, భవనాలను అనేక తరగతులుగా వర్గీకరించ వచ్చును.

మానవ నివాసానికి ఉద్దేశింప బడిన ప్రతి గది, భవనం లోపల గాని వెలుపల గాని ఉన్న ఖాళీ స్థలానికి అనుకూల ఉండాలి. ఖాళీ స్థలాలు తగినంత గాలి, వెలుతురు కొరకు ఉద్దేశింప బడినవి. ఈ విషయంలో నగర పాలక సంస్థలు నిర్దేశించిన నియమాలను అనుసరించడం శ్రేయస్కరం.

ఒక భవనము యొక్క వైశాల్యము, ఎత్తు పరిమితులు, అనేక అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటాయి. నిర్మాణ పద్ధతి, భవనము ముందున్న వీధి యందలి రాక పోకల పరిమాణము, భవనము నందలి జనసాంద్రత మున్నగు ఎన్నో విషయాలను సమగ్రంగా ఆలోచించవలసి ఉంటుంది. పెద్ద భవనాలలో అగ్నిమాపక సదుపాయాలు, వాహనాలను, నిలుపుకొనేందుకు గల సౌకర్యాలు వంటి అంశాలను కూడా పరిశీలించాలి.

1970 సంవత్సరంలో ఢిల్లీలోని భారత ప్రామాణిక సంస్థ (Indian Standards Institution) జాతీయ భవన నిర్మాణ నిబంధనాపతి (National Building Code) ప్రచురించింది. దేశంలో నిర్మించే వివిధ రకాల భవనాల నిర్మాణంలో అనుసరించ వలసిన నియమాలను గ్రంథం తెలియజేస్తుంది. ఇందులో పేర్కొన్న బడిక అనేక విషయాలు స్థూలంగా ఇక్కడ చర్చించబడ్డాయి. ముందుగా భవనం నిర్మించే స్థలం గురించి తగినంత శ్రద్ధ తీసికోవాలి; నేలలో చెప్పు ఉన్నట్లయితే గోడకు నేలకు మధ్యపొర నిర్మించాలి; స్థలం మీద పడే వర్షపు నీటిని కాలువల ద్వారా లేక గొట్టాల ద్వారా వెలుపలకు వెళ్లనట్లు చేయాలి. భవనము క్రింది మట్టి యొక్క వహన ప్రతిబంధమును పరీక్షించి, తగిన పునాదులను రూపకల్పన చేయాలి. భవనం యొక్క ఏ భాగమైనా వీధి యందలి కరెంటు లీగెలకు దూరంగా ఉండాలి.

భవనము యొక్క పీఠం (Plinth) పరిసర భూమి కంటే ఎత్తులో ఉండాలి. అప్పుడే నీరు భవనము నుండి బయటకు ప్రవహించే వీలుంటుంది. వీధి మట్టము నుండి పీఠము మట్టము కనీసం 18 సెంటి మీటర్ల ఎత్తు ఉండాలి నివాస యోగ్యములైన గదుల ఎత్తు కనీసం 2.75 మీటర్లు ఉండాలి, కనీసం 2.4 మీటర్ల వెడల్పు కలిగి గది వైశాల్యం 9.5 చదరపు మీటర్లకు తక్కువగాకుండా ఉండాలి. స్నానాల గదుల్ని, మరుగు దొడ్లను, భవనములోపల నిర్మించేటప్పుడు వాటి ఒక్క గోడయైనా బయటి వాతావరణంతో ప్రత్యక్ష సంబంధం కలిగి ఉండేటట్లు చూడాలి.

పైన పేర్కొన బడిన విషయాలే కాక ఇంటిని ఎలకలు, శబ్దము, వేడి, అగ్ని నుంచి సురక్షితంగా రూపొందించాలి. పునాదిగోడను భూమి లోపల కనీసం 80 సెం. మీ. అయినా నిర్మించాలి. అత్యున్నతములైన భవనాలకు, ప్రేబుడు పదార్థములను నిలువ ఉంచే భవనాలకు మెరుపుల నుండి రక్షణ కల్పించాలి. పెద్ద భవనాలలో తగినన్ని నిష్క్రమణ మార్గాలు, ప్రమాద సూచనా యంత్రాలు, అగ్ని మాపక పరికరాలు, కలుగజేసి అగ్ని ప్రమాదాలను నివారించాలి

భవన నిర్మాణ శాస్త్రము బృహత్తర మైనది. వాస్తుకళ, నిర్మాణాత్మక యాంత్రిక శాస్త్రము, విశ్లేషణము వంటి అనేక విషయములపై ఆధారపడి ఒక భవనం రూపొందింపబడును. రూపకల్పన యందే గాక నిర్మాణము నందును ఇంజనీరు ప్రముఖ పాత్ర వహించ వలసి ఉండును. ఈ వ్యాసమునకు తుట్టతుదను చూపబడిన పటములో ఉజ్జయిని నగరములోని వసంత నేన నివాసము చిత్రంపబడినది శూద్రకుడు 2,000 సంవత్సరముల నాడు రచించిన మృచ్చకటిక నాటకములోని వర్ణన ఆధారముగా గీచినది ఈ ఊహ చిత్రము.

డా॥ ఉ. మాలెకొండారెడ్డి

## 246. నిర్మాణ (ఇంజనీరింగు-కట్టడముల) సాంకేతిక శాస్త్రము (Structural Engineering)

మానవుడు జగత్తుపై ఉద్భవించిన ఆవిమ యుగాలలో అస్థిరమైన జీవితము గడుపుతూ, వన్యమృగాలనుచంపి తినుచూ, గుహలలోను, వృక్షములక్రింద పరుండుచూ, కాలం వెళ్ళుచుచుకొనేవాడు. కాలక్రమేణా, కొంత నాగరికుడైనపిదప, భూమిదున్ని వ్యవసాయముచేయుట కనిపెట్టినతరువాత, తాను ఒక స్థిరమైనచోట ఉండే అవసరం కలిగింది. దీనితో ఎండ వానల నుండి రక్షించుకొనుటకై తలవైన పూరికప్పు ఒకటి అవసరమైనది. ఈ విధంగా మానవుడి మొదటి కట్టడము ప్రారంభమైనది.

కాలచక్రం తిరిగినకొద్దీ, ఆ పూరిగుడిసెదళ నుండి గృహనిర్మాణము అనేకమార్పులు పొందుతూ వచ్చి, తుదకొక అతి ఉత్కృష్టమైన సాంకేతిక శాస్త్రంగా పరిణమించింది. సాంకేతిక పరిజ్ఞానం అభివృద్ధి చెందినకొలది, ఈ గృహనిర్మాణశాస్త్రం అతి నిపుణాత్మకమైనదై, అనేక నూతన ప్రక్రియలను సాధించి, ఈ నాటికి మనము మన్నెన్నడు ఊహించయుండని రీతిలో ఆకాశాన్నిమించుచు హర్మాలను ప్రసాదించింది.

ఇక నాగరికత పెరిగిన కొలది మానవుని అవసరాలు పెరుగుతూ వచ్చినవి. నీటిని నిలువ చేయుట, ఒక చోటు నుండి మరొక చోటునకు సరఫరా చేయుట, అవసర మనిపించింది. దీనితో చెరువులు, తూములు, కాలువలను, దాటు తూముల కొరకు వంతెనలు (Aqueducts) తత్సంబంధమైన కట్టడములు అవతరించాయి. ఇవియు గాక, మంచి రహదారులు కావలసి వచ్చాయి. వీటితో పాటు

మానవునికి తన ప్రయాణాల సందర్భంలో వాగులను, నదులను దాటుటకు తగిన కట్టడములు అవసర మయ్యాయి, ప్రారంభంలో వాగులను, కాలువలను దాటుటకు ఉపకరించిన బాటి బెట్టు, కట్ట దూలములు, కొంచెం పెద్ద నదీమార్గములను దాటుటకు సరిపడలేదు. గట్టి వంతెనలు, మధ్య మధ్య ఆధారములు అవసరమయ్యే పొడుగు వంతెనలు-వీటిని గురించి ఆలోచించ వలసి వచ్చింది. తత్ఫలితంగా వివిధ రకములైన వివిధ వస్తువులను ఉపయోగించు పెద్ద పెద్ద వంతెనలు నిర్మించే నైపుణ్యము వృద్ధి పొందసాగింది.

కాలక్రమేణ, మానవుడు వ్యవసాయ విధానములలో కృషి సాగించిన కొలది పంటలకు నీటి పారుదల సౌకర్యములు కావలసి వచ్చాయి. తత్ఫలితంగా మొదట వాగులపై, పిమ్మట నదులపై ఆనకట్టలు నిర్మించుట నేర్పినాడు.

పై నుడివిన వివిధ రకాల కట్టడములు: గృహములు, వంతెనలు, ఎత్తైన గోపురములు, నీళ్ళ టాంకీలు, నదులపై ఆనకట్టలు, మట్టిని నిలుపు గోడలు (Retaining Walls) మొదలగునవి. వీటి యొక్క సిద్ధాంత శాస్త్రము, మరియు రూపకల్పన, ఇవి రెండును నిర్మాణ ఇంజనీరింగులోని రెండు అంశములు. సివిలు ఇంజనీరింగులోని వర్గాలలో ఇది మూలమైనది. ముఖ్యమైనది. ఎందుకనగా, ఏ ప్రాజెక్టుకైనా, ఏదో విధమైన కట్టడములు అవసర మౌతూ ఉంటాయి.

ఈ నిర్మాణ ఇంజనీరింగును అనేక విధాలుగా విభజించవచ్చు. ఒక విధంగా దీనిని (i) సిద్ధాత



శాస్త్రము. (ii) రూప కల్పన, అని రెండు భాగాలుగా విభజించ వచ్చును. వీటిలో సామాన్యంగా మొదటిది రెండవ దానికి ఆధారము. కాని ఒక్కొక్కప్పుడు, రూపకల్పనలో కొన్ని అంశాలు కేవలము సిద్ధాంత రీత్యా కాకుండ, పూర్వానుభవమీద ఆధారపడి, కొన్ని వాడుక సూత్రములను ఉపయోగించుకుంటాయి. “వస్తు శక్తి నిర్ణయ శాస్త్రము (Strength of Materials)” “కట్టడముల సిద్ధాంతము (Theory of Structures)” “స్థితి స్థాపక సిద్ధాంతము (Theory of Elasticity)” “ప్లాస్టిసిటీ సిద్ధాంతము (Theory of Plasticity)” — ఇత్యాది మూల శాస్త్రములపై నిర్మాణములు ఆధారపడి యున్నవి.

వస్తు శక్తి నిర్ణయ శాస్త్రమునకు ఈ దిగువ పేర్కొన బడిన విషయములతో ప్రమేయము కలదు. ప్రతిబలము, వికృతి, వికృతి శక్తిస్థిరతా భ్రమకము, నమన భ్రమకము, నమన సిద్ధాంతము, విచలనము, చట్రపు కట్టడముల విశ్లేషణము, విమోటన సిద్ధాంతము, సమ్మిళిత ప్రతి బలాలు, స్తంభములు, ఇరు ప్రక్కల బంధింపబడిన మరియు మధ్యలో ఆధారములు గల దూలములు, వగైరా.

కట్టడములు, సిద్ధాంత రీత్యా, రెండు వర్గాలుగా విభజింప బడవచ్చును. (i) నిర్మితములు, (Determinate) (ii) అనిశ్చితములు, (Indeterminate) మొదటి వర్గానికి చెందిన కట్టడముల విశ్లేషణము, స్థితిశాస్త్ర సూత్రాల కనుగుణంగా సులభముగా జరుపవచ్చు. కాని రెండవ వర్గానికి చెందిన కట్టడముల విశ్లేషణము అంత సులభము కాదు. ఇంకా కొన్ని అనుబంధక సూత్రాలను కూడా ఉపయోగింప వలసి వచ్చును ఈ రెండు విధములైన కట్టడముల విశ్లేషణములు ఈ సిద్ధాంత శాస్త్రములో ఇమిడి యున్నవి. ఇవియును గాక చర భారములు (Rolling Loads), ఆర్చీలు (Arches), వ్రేలాడు

వంతెనలు, ఆనకట్టలు, మట్టిని నిలుపు గోడలు, నానా విధ చట్రపు కట్టడములు—ఇత్యాది విషయములన్ని ఈ శాస్త్రమందు చర్చింపబడును.

ఈ సందర్భంలో, కట్టడముల సిద్ధాంత రూప కల్పనలలో వచ్చిన ఒక పెద్ద మార్పును గూర్చి ప్రస్తావించుట ఉచితము. ఈ మధ్యవరకు నిర్మాణ ఇంజనీరింగు వాడుక ప్రతిబల (Working stress) సిద్ధాంతంపై ఆధారపడుతూ ఉండేది. ఈ సిద్ధాంతం రీత్యా కట్టడములోని ఏ భాగములోని ప్రతి బలము కూడ ఒక నిర్ణీత వాడుక ప్రతి బలమును మించ కూడదు. ఈ వాడుక ప్రతిబలము ఆ వస్తువు యొక్క ఈగు ప్రతిబలమును కాని, అంతిమ ప్రతిబలమును కాని, భద్రతాంకముతో (Factor of safety) భాగించడం వల్ల లభిస్తుంది. ఈ సిద్ధాంతమునకు బదులు “అంతిమ బలసిద్ధాంత” మని ఒక కొత్త సిద్ధాంతం వెలువడింది. దీని విశేష మేమన, కట్టడముల రూపకల్పన చేయుటలో ప్రతి బలం ప్రసక్తి లేకుండా, కేవలము అంతిమ బలం (అనగా విరుగుదల బలం) ముఖ్యాంశముగా, ఆ అంతిమ బలమును ‘భారపు అంకము’ (Load factor) అను ఒక స్థిరాంకముతో భాగించుటవల్ల ‘వాడుక బలం’ లభిస్తుంది. ఈ వాడుక బలపును, అపాయ రహితంగా కట్టడంపైన విధించవచ్చు. ఈ అంతిమ బల సిద్ధాంతమును పెద్ద యెత్తున ఆచరణలో ప్రవర్థముగా పెట్టినది రష్యాదేశం. క్రమేణా అనేక ఇతర దేశములు—అమెరికా, మన దేశముతో సహా—ఈ సిద్ధాంతమునే క్రమ క్రమముగా వాడుకలోనికి తీసుకు వస్తున్నాయి. ఈ సిద్ధాంతము పొదుపైనదియు, వాస్తవికతకు దగ్గరైనదియు, మరియు క్షేమమైనదియే కాకుండ, తక్కిన సుఖవులు కూడా కల్గియున్నదని పలుదేశాలు గుర్తిస్తున్నాయి.

కట్టడము నందుపయోగించు వస్తువులను బట్టి కూడా ఈ ఇంజనీరింగును విభజింప వచ్చును. దీని

ప్రకారము కలపతో కట్టిన కట్టడములు, ఉక్కు-కట్టడములు, ఊచలచే బలపరచ బడిన కాంక్రీటు కట్టడములు, ఇంకా ఇనుము ఇతరలోహ పదార్థములతో కట్టిన కట్టడములు, ప్లాస్టిక్ కట్టడములు, అని, ఈ విధముగా వర్గీకరించ వచ్చును. వస్తువును బట్టి కట్టడముల సిద్ధాంత సూత్రాలలో, రూపకల్పనలో భేదాలండవచ్చును.

### కలప కట్టడములు

కట్టడముల నిర్మాణమునకు ఉపకరించు వస్తువుగా, కలప చాలా పురాతనమైనది. అనాది నుండి దీని ఉపయోగము, ముఖ్యంగా దూలములకు, స్తంభములకు, చట్రపు కట్టడములకు గుర్తింప బడినది. కాని, ప్రకృతి సిద్ధంగా లభించు వస్తువగుట వల్ల కలపలో కొన్ని లోటు పాట్లు : వివిధ దిశలలో వివిధ గుణములు కలిగి యుండుట (Non Isotropy), మడులు, తొర్రలు, పుచ్చగల గుణము, బీటవారు గుణము, తడి వాతావరణంలో నుంభంగా చెడిపోవు గుణము కలిగి యుండుట, చెదలువల్ల కృషించుట మొదలగునవి ఉన్నవి. కాని వీటిని అతిక్రమించుటకుగాను పెద్దయెత్తున పరిశోధనలు జరుగుచు నున్నవి.

### కాంక్రీటు కట్టడములు :-

రాతి స్తంభాలు, దూలాలు ప్రాచీన యుగాలలో కూడా కట్టడములకు ఉపకరించాయి రెండు వేల సంవత్సరములకు పూర్వము కట్టబడిన రాతికట్టడములు ఇప్పటికిని ఉన్నవి. ఉదాహరణకు మన దేశంలోని అనేక ప్రాచీన దేవాలయాలు. కాని రాతి కట్టడములు ముఖ్యముగా ఇండి కప్పకై పలకగా (Slab) ఉపయోగించుటకు అతి బరువైనవి.

కట్టడములకు ఉపకరించే వివిధ వస్తువులలో అతి విశేషమైన వస్తువు 'కాంక్రీటు'. ఇది రాతిని పగులగొట్టించినదిన్న ముక్కలుగా చేసి, వాటిని ఇతర వస్తువుల సహాయంతో, తిరిగి కావలసిన ఆకారంలో పోతపోసి తిరిగి రాయిలాంటి పదార్థమును తయారుచేయడం.

ఇది సంభవమగుటకు ముఖ్య కారణం, 'సిమెంటు' అనే వస్తువు. దీనిని తగినన్ని నీళ్ళతో కలిపిన అధికమేడా గట్టిపడును. కనుక రాళ్ళముక్కలను, వాటిలోని ఖాళీలను నింపుటకు ఇసుకను సిమెంటును, తగినంత నీటిని-వీటన్నిటిని తగపాళ్ళలో కలిపినచో, ఆ పదార్థము క్రమేణా గట్టిపడి కాంక్రీటు అగును. దీనిని ఎంత పలుచగా నైన, ఏ ఆకారంలోనైనా పోతపోయవచ్చును. దీనిలోని ఇంకొక సుగుణమేమన, కాలము గడచిన, కొద్ది దాని బలము వృద్ధి యగును. అదిలో త్వరితముగాను, పిమ్మట మెల్లగాను సుమారు రెండు మూడు సంవత్సరముల వరకు దాని బలము వృద్ధి పొందుచునే యుండును. కాంక్రీటు పోతపోసిన తర్వాత మూడు లేక నాలువారముల వరకు దానికి బాగా తడి తగులుతూ ఉండవలెను. లేనిచో అది చెడిపోవును.

కాంక్రీటు సంపీడన బలం విషయంలో ఎంతో మెరుగైనది. కాని ఆతతియందు బలహీనమైనది. ఒక దూలముపై బరువుపడి, అది వంగినపుడు, దానిలో కొంత ప్రతిబలావస్థ కలుగును. వై భాగములో సంపీడనము, క్రింది భాగములో ఆతతి వాటిల్లును. ఈ ఆతతిని కాంక్రీటు భరించ లేనందువల్ల, దీని సహాయార్థం ఇసుప ఊచల దూలాన్ని క్రింది భాగంలో పెట్టి కాంక్రీటును పోత పోయుదురు. ఇట్టి కట్టడములను రీయిన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీటు కట్టడములంటారు. మనం ఊహించగల ఎట్టి కట్టడమైనను ఈ పదార్థంతో నిర్మింప వచ్చును.

ఇసుప ఊచలున్నను, కాంక్రీట్ లో దూలం క్రింది భాగంలో కొద్దో గొప్పో ఆతతి సంభవిస్తుంది. దీనిని అవరోధించుటకు ఇంకొక ప్రక్రియ సాధించబడింది. ఇదే పూర్వ ప్రవీణిత కాంక్రీటు (Prestressed Concrete). కాంక్రీటు పోతపోయబడుచున్న సమయంలో కాని, గట్టి పడిన తర్వాతగాని, ప్రత్యేక

ఉక్కు ఊచలద్వారా దూలములో ఒత్తిడిని కలుగ చేయుట దీని విశేషము. ఈ ప్రక్రియవల్ల, దూలముపై బరువు పడిన పిదప కూడ, కాంక్రీటులో ఎక్కడను ఆతతి సంభవించదు. పెద్దపెద్ద వంతెనల కవసరమైన పొడుగైన పెద్దపెద్ద దూలములకు సైతము ఈ పద్ధతి చాలా ఉపయోగ పడుతుంది.

**ఉక్కు కట్టడములు.**

ఉక్కు అనేది ఇనుమును చాలా కొద్ది శాతం కర్బనంతో మేళవించి తయారు చేసిన లోహం. దానికి సంపీడనంలోను, ఆతతిలోను కూడా సమమైన పాచైన బలము కలదు. అందులోనూ మెత్తని ఉక్కునకు చాలాపాచైన స్థితిస్థాపక గుణకము ఉండుటమే కాకుండా, అది చాలా సాగెడు గుణము (Ductile) కలది.

మన దేశములోని ఉక్కు కర్మాగారాలు వివిధ రకములైన ప్రమాణమైన సెక్స్సులను వివిధ మితులలో తయారు జేయును. కోణము, టీ జెడ్ పట్టిలు, ఊచలు, ఐ. ఛానెల్, వగైరా. అవసరమైనప్పుడు పెద్దపెద్ద పలక సెక్స్స్లను కోణములను కలిపి, వంతెనలకు ఉపయోగపడు దూలములను తయారు చేయవచ్చును. వీటిలో పలకలను కోణములను కలుపుటకు రివెటింగ్ కాని వెల్డింగ్ గాని చేయుదురు.

ఉక్కు అనేక విధములైన కట్టడములలో ఉపయోగపడును. ఎత్తైన అనేక ఆంతస్తుల నిర్మాణంలోను, ప్లేట్ గర్డర్లు మరియు వంతెనల బ్రస్సులు తయారు చేయటంలోను, విద్యుత్సరఫరా తీగలను నిలుపు ఎత్తైన స్తంభాలకు, ప్యాక్టరీ భవన నిర్మాణంలోను, మరియు నీళ్ళటాంకీలు వాలు కప్పుల కవసరమైన బ్రస్సులు, ఎత్తైన చిమ్నీలు, మామూలు దూలాలు, స్తంభాలు, - ఇంకా అనేక విధము

లైన వాటికి ఉక్కు ఉపయోగింపబడుచున్నది. తయారు చేయు విధమును బట్టి ఉక్కుయొక్క బలము నిర్ణయమగును. పూర్వ ప్రవీడిత కాంక్రీటు కట్టడములలో ఉపయోగించు ఊచలు (tendons) అతి పాచైన బలము కలిగి యుండును. ఉక్కులో బలము పాచైన కొలది దానిలోని సాగుదల గుణము తగ్గును.

ఉక్కు కట్టడములలో ఒక ఇబ్బంది ఏమనగా అది కాలక్రమేణా తుప్పు పట్టును. ఎక్కువగా తుప్పు పట్టిన అది ఆ కట్టడమును బలహీన పరచడమే కాకుండా, అందవిహీన మగును. కనుక అప్పుడప్పుడు అట్టి కట్టడములకు రంగు పూయుట అవసరమగును.

**విర్మాణ, ఇంజనీరింగు**

అది సామాన్య లేక రీసెపొర్న్డ్ కాంక్రీటుతో కాని, పూర్వ ప్రవీడిత కాంక్రీటుతో కాని, ఉక్కుతో కాని, కలపతో కాని ప్లాస్టిక్ తో కాని లేక ఏ ఇతర వస్తువులతో ప్రమేయమున్నను - ఈ శాస్త్రము అభ్యసించుటకు, కృషిచేయుటకు, ఎంతో ఆసక్తివంతంగా ఆకర్షణీయంగా ఉండును. దీనిలో ఎంతో నైపుణ్యము, సృజనాశక్తి, ముందు చూపు, ఊహ మరియు విజ్ఞానము అవసరము. కట్టడమును రూపకల్పన చేసిన సాంకేతిక నిపుణుడు, కట్టడపు నిర్మాణము పూర్తైన పిదప, దానిని తనకక్కెదుట చూసుకొని, తన ఉత్కృష్ట కృషి సాఫల్యమైనందుకు, సార్థకమైనందుకు, ఎంతో మురిసి పోవును. తన శ్రమ ఫలితం నిదర్శనంగా ఆ కట్టడం మానవాళికి చిరంజీవియై వర్ధిల్లు చుండును. అదే ఆతని తృప్తి, ఆనందము.

**డా॥ గూంటాల రాధాకృష్ణమూర్తి.**

## 247. వంతెనలు - నిర్మాణ విధానము

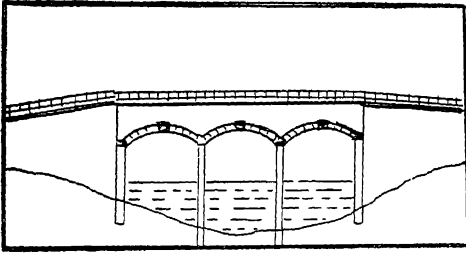
ఒక రోడ్డును లేక ఒక రైలు మార్గమును, ఒక కాలువ మీదుగాగాని, లేక ఒక నదిమీదుగాగానీ, తీసికొని పోదలచినప్పుడు ఒక వంతెనను నిర్మాణము చేయవలసిన అవశ్యకత యుండును. దానిని రోడ్డువంతెన యనియు, లేక రైలు వంతెన యనియు అందురు.

ఇవియేగాక రోడ్డును రైలుమార్గము మీదుగా తీసికొని పోదలచినప్పుడు దానిని మీదు వంతెన (Over-bridge) అనియు, అట్లే రోడ్డును రైలు మార్గము క్రిందుగా తీసికొనిపోదలచిన యెడల దానిని క్రిందువంతెన (Under-bridge) అనియు అందురు.

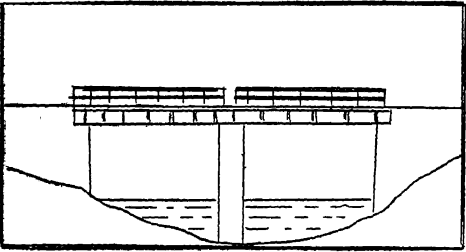
వంతెన నిర్మాణ విధానముల గురించియు, అందు ఉపయోగించెడి వస్తువుల గురించియు తెలిసికొందము. గ్రామములలో చిన్న కాలువలను దాటవలసి వచ్చినప్పుడు, ఆ కాలువలమీద, ఒకటి గాని రెండుగాని కాటి లేక కొబ్బరి దూలములను వేసి వాటిని వంతెనలుగా ఉపయోగించెడివారు. పెద్ద కాలువలకు, కొయ్యవంతెనలను నిర్మాణము చేసెడివారు. కొయ్యకు నీరు తగిలినప్పుడు, కాంకాక్రమేణ అది చీకిపోయి, ఆదూలములు పాడగు నవకాళము గలదు. బండ్లు పశువులు వెళ్ళుటకు వీలుగా నుండుటకు రాతి కట్టడపు వంతెనలనుగాని ఇటుక కట్టడపు వంతెనలను గాని కట్టడివారు. ఈ వంతెనల నిర్మాణము ఒక కమాను (Arch) రూపముననే కట్టుటకు సాధ్యమగును. వీనికి ఇరు వైపుల నుండు రోడ్లులు ఏటవాలుగ నుండవలెను. ఇది బండ్ల ప్రయాణమునకు చాల కష్టముగా

నుండును. అంతేగాక కాలువలలోగాని, నదులలో గాని పడవలు మొదలైనవి వంతెన క్రిందుగా పోవుటకు ఏర్పాటు చేయవలసి వచ్చినప్పుడు వాని ఎత్తు ఇంకను ఎక్కువ చేయవలసివచ్చెడిది. దీని వలన ఇరువైపుల నుండి వచ్చు వారలకు సరిగా ఒకరి నొకరు చూచుకొనుటకు పీలుండదు. కనుక కొన్ని ప్రమాదములు గల్గెడి అవకాశములు గలవు. బస్సులు, లారీలు మొదలైన వానికి ప్రమాదములు కలుగకుండ వంతెన నిర్మాణపు ఖర్చులు తగ్గ వలె నన్నను, వంతెన యొక్క ఉపరి భాగము 'ఆర్చ్' రూపములో గాక, సమానముగా నుండుట శ్రేష్ఠము. అట్లుండుటకు ఇనుప దూలములను ఉపయోగించుట ప్రారంభించిరి. తరువాత కాంక్రమేణ, సిమెంటు వాడుకలోనికి వచ్చిన తర్వాత సిమెంటు, ఇనుక, కంకర కలిపి కాంక్రీటు చేయుట, దానిని ఇనుప ఊచలతో నుపయోగించి "రీయిన్-ఫోర్సుడ్ కాంక్రీటు" వాడుట ప్రారంభించిరి. దీనిని అన్ని రకములైన వంతెనలలో ఉపయోగింతురు. 3 మీటర్ల నుండి 25 లేక 30 మీటర్ల పొడవు వరకు ఉపయోగించవచ్చును. 8 మీటర్ల నుండి 8 మీటర్ల వరకు పొడవు గల వానిని స్లాబు వంతెనలు (Slab Bridges), అనియు 8 మీటర్ల నుండి 20 మీటర్ల వరకు పొడవు గల వానిని కాంక్రీటు దూలపు వంతెనలు (Beam Bridge) అనియు అందురు. స్తంభముల మధ్య ఇంకను ఎక్కువ దూరమున్నచో వేరు రకములైన పద్ధతులను ఉపయోగింతురు. ఉదాహరణకు, బౌస్టింగ్ గర్డరు (Bow-String Girder), రిజిడ్ ఫ్రేమ్ (Rigid frame) వంతెన మరియు స్పాండ్రిల్-ఆర్చ్ (Spandril-arch) వంతెనలు.

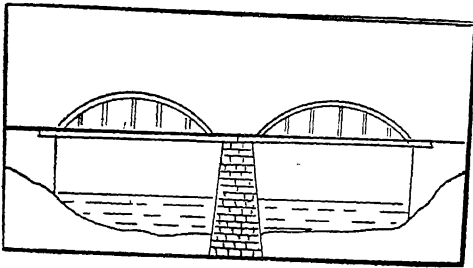
కొన్ని వంతెనలు కింది పటములలో చూపబడినవి.



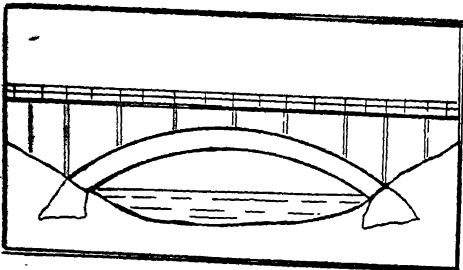
పటము 1. రాతి కట్టడపు వంతెన-కమాను రూపము



పటము 2. రీయిన్ ఫోర్సుడ్ కాంక్రీటుదూలాల వంతెన



పటము 3. బాప్టింగు గర్జరు వంతెన



పటము 4. స్వాడ్రిట్-ఆర్చి వంతెన

30 మీటర్లకు పైగా దూరమున్నచో పూర్వ ప్రవీడిత కాంక్రీటును ఉపయోగించవలసి వచ్చును.

ఈ పద్ధతిలో కాంక్రీటు దూలములలో కొన్ని తీగలను దూర్చి, వాటి నిరవైపుల బాగుగ లాగి ఆ దూలముల చివర వాటిని బిగించెదరు. దీనిని నది ఒడ్డున తయారుచేసి ఆ దూలములను నదిలోని వంతెన స్తంభముల మీదకు ఎక్కించెదరు. పై పద్ధతులలో, అనగా రీ-యిన్-ఫోర్సుడ్ కాంక్రీటు వంతెనలలో, స్తంభముల మధ్య, నదీ భూభాగమున వెదురు స్తంభములను నాటి, వానిపై చెక్కలను అమర్చి, మూస తయారుచేసి అక్కడనే కాంక్రీటు చేయవలెను. దీనికి ఖర్చు ఎక్కువగును. అదియును గాక వరదలు వచ్చినప్పుడు ఈ విధముగా తయారుచేయుట కష్టమగును. నష్టము కూడ కలుగుటకు అవకాశము గలదు. అట్లు కాకుండగ పూర్వ ప్రవీడిత పద్ధతిలో దూలములను ఒడ్డున తయారుచేసి, వానిని నది మధ్యలో కట్టిన స్తంభములకు వేరే దూలముల ద్వారా ఎక్కించెదరు. ఈ పద్ధతి వలన పని సులభముగాను, త్వరగాను, పూర్తయగును.

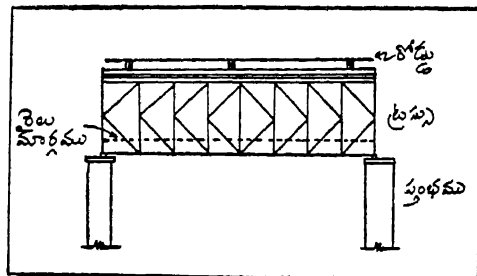
ఇవియేగాక అక్విడక్టులు, అనగా కాలువలనుమరో కాలువ మీదుగాని, నదులమీదుగానీ తీసికొని పోదలచినప్పుడు కూడా ప్రక్కన కార్లు మొదలైనవి పోవుటకు వంతెనలను నిర్మాణము చేయుదురు మరియు బరాజులు, అనగా నదులలోని నీటిని వ్యవసాయముకై నిలువజేయుటకు వంతెనలను నిర్మాణంచేసి, ఆ స్తంభముల మధ్య కవాటములు అమర్చెదరు. వాని వలన నీరు ఆచట నిలువ యుండును. నీరు ఎక్కువయినపుడు కవాటములను తెరచి ఎక్కువయిన నీటిని వదలుటకును ఇతర విలుండును.

ఆండ్రప్రవేక్ రాష్ట్రములో కృష్ణ, గోదావరి నదలపై ఎన్నో ముఖ్యమైన వంతెనలున్నవి. రాజమండ్రి వద్ద పూర్వము నిర్మింపబడిన గోదావరి రైలువంతెన సుమారు 2 కిలోమీటర్ల పొడవైనది. మధ్యతెల్లా ప్రాంతమును కలుపుటకై కట్టిన ఆలమూరు, సిద్ధాంతం వంతెనలు, భద్రాచలం వద్ద

గోదావరిపై కట్టిన వంతెన పూర్వ ప్రవీడిత కాంక్రీటుతో కట్టబడినవి. ఇంకా కృష్ణానదిమీద నున్న రైలు వంతెన, ప్రకాశం బరాజు మొదలైనవి చాలా నేర్పుతో నిర్మించబడినవి. రాజమండ్రి వద్ద గోదావరిపై ఇటీవల పూర్తి అయిన రైలు రోడ్డు వంతెన నిర్మాణము చాలా విశిష్టమైనది. దానిని గూర్చి వివరముగా తెలిసికొందము.

రాజమండ్రి వంతెన పొడవు 2925 మీటర్లు. మొత్తం 34 కానాలు (Spans) కలిగి ఉన్నది. సుమారు పది కోట్ల రూపాయలు వెచ్చించిన ఈ వంతెన నిర్మాణం 1964 లో ప్రారంభమై 1976 లో పూర్తి అయింది. 9800 టన్నుల

ఉక్కును ఈ వంతెన నిర్మాణంలో వాడినారు. ఇది బ్రహ్మ రకపు వంతెన, వివరములు క్రింది లో వ పటములో చూడవచ్చును.



పటము 5. గోదావరిపై రైలు-రోడ్డు వంతెనలో ఒక భాగము

ప్రపంచంలోని కొన్ని ముఖ్యమైన వంతెనలు - క్రింది పట్టికలో చూపబడినవి.

పట్టిక - 1

వంతెన పేరు	ప్రదేశము	రకము	కానా (Span) మీటర్లలో	పూర్తి అయిన సంవత్సరము
1. వెరజోనా	న్యూయార్కు	వ్రేలాడు (Suspension) వంతెన	1298	1964
2. గోల్డెన్ గేటు	సాన్ ఫ్రాన్సిస్కో	వ్రేలాడు వంతెన	1280	1987
3. బేయన్	న్యూయార్క్	ఉక్కు ఆర్చి	504	1981
4. హౌరా	కలకత్తా	కాంటిలీవర్	457	1948
5. గైర్ విల్	సిడ్నీ	కాంక్రీటు ఆర్చి	834	1984

డా॥ ఏ.యు. ఆర్. సోమయాజులు.

## 248. వినియక్త జల తంత్రము - జల సంపద

పరిచయము :-

గ్రీకులలో నీటిని హుడర్ (Hudor) అంటారు. 'హు' ని కాస్త మెత్తగాను, 'ర్' ను విసర్గ గాను

ఉచ్చరిస్తే 'ఉదా' అన్న పదము (మాట) వస్తుంది. ఇది ఒక సంస్కృత పదం. దీని అర్థం నీరు అని అల్లాగే 'జాల' అనే గ్రీకు పదానికి 'నాళ' అనే

సంస్కృత పదానికి అర్థం 'గొట్టం' అని, గ్రీకు, సంస్కృతములు అప్పు చెల్లెళ్ళ లాంటి భాషలు.

హైడ్రాలిక్స్ గా ఆంగ్లంలో ఉచ్చరింప బడు తున్న గ్రీకు పదానికర్థం గొట్టాలలో నీటిని కొని పోవడం గురించి చెప్పే విజ్ఞానం అని. కాని ఈ రోజుల్లో హైడ్రాలిక్స్ కు అంతకు మించిన అర్థం ఉంది. నీరు, కాలవల్లోను, గొట్టాలలోను ప్రవహించే టప్పుడు పాదించే నియమాలను గురించి, జల చాలక లేక జాలిక యంత్రాలు పనిచేసే విధానం గురించి ఇంతవరకు తెలిసిన విజ్ఞానాన్ని క్రోడీకరించిన శాస్త్రంగా అర్థం చెప్పుకొంటున్నారు. అందుకని ఈ రూపార్థం ఇవ్వని మాటని తెలిగించ కుండా మనం ఈ విజ్ఞానాన్ని పనికి వచ్చే నీటితంత్రం అని గాని వినియోగ జలతంత్రం అని గాని అందాం.

ఆంగ్లంలో హైడ్రాలజీగా వ్యవహరింపబడే మరో శాస్త్రం ఉంది. దాన్ని యథాతథంగా తెలి గిస్తే జల శాస్త్రం అవుతుంది. కాని అందులో స్థూలంగా భూగోళపు జలరాశుల విషయాలు చర్చి స్తారు. కనుక దాన్ని జలరాశీయ విజ్ఞానం అనడం ఎక్కువ సబబుగా ఉంటుంది. ఈ వ్యాసంలో దానిని గురించి చెప్పబోవడం లేదు. కాని జల సంపదల అంచనా వెయ్యడానికి జలరాశీయ విజ్ఞానం తోడ్పడు తుంది అని మాత్రం చెప్పాలి.

బావులు, నదులు, కాలువలు, చెరువులు, జలాశ యాలు, జలపాతాలు, సముద్రాలు, హిమాలయాలు, మేఘాలు, ఇవన్నీ కలిసి జలసంపద, అవుతాయి ఇవన్నీ పరస్పర సంబంధం కలిగినవి.

ఈ జల సంపదని ఎల్లా వాడుకోవాలి ? అన్న ప్రశ్నను చర్చించేదే జలసంపద శాస్త్రం.

2. ప్రాచీన భారతదేశంలో జల తంత్ర, జలసంపద శాస్త్రవిజ్ఞానం :

వేదాలలో శిల్పము అనే మాట ఈ రోజుల్లో ఇంజనీరింగ్ అనే ఆంగ్ల పదానికున్న అర్థంలో

వాడబడింది. శిల్ప విజ్ఞానం పెరిగి శిల్ప ఉపవేదం వుట్టింది. దాని శాఖలు విస్తరించిన కొద్ది ఋషులు శిల్ప శాస్త్రాలు, శిల్ప సంహితలు తయారు చేశారు. పురాణాల్లో వీటిని గురించిన ప్రస్తావన ఉంది. అగ్ని, మత్యపురాణాల్లో వీటి ప్రస్తావన ఎక్కువగా ఉంది.

జల తంత్రాన్ని పూర్వీకులు పథశాస్త్రం, జల శాస్త్రం అని ప్రస్తావించారు. భృగు మహర్షి జల స్థితి (Hydrostatics) శాస్త్రాభివృద్ధికి, వనీష్ట మహర్షి జలగతి (Hydrodynamics) శాస్త్రాభి వృద్ధికి తోడ్పడ్డారు. భృగు మహర్షి పది సూత్రాలు చెప్పాడు. ఇక్కడ అందులో మూడు అద్భుతమై నవి. ఉదాహరిస్తున్నాం.

i. ఏ శాంత స్థితిలో నీటి ఉపరితలం ఒక సమ తలం.

ii. నీటి ప్రేషం అన్ని దిశలలో సమానం (ఇది పాస్కెల్ సూత్రం అని ఈవాడు చెప్పబడుతున్నది.)

iii నీటి ప్రేషంలోతు పెరిగిన కొద్ది పెరుగు తుంది. ఏ తలం పైనైనా, ఆ ప్రేషం, దానిపై నున్న నీటి బరువుకి సమానం.

వనీష్ట మహర్షి జలగతిని గురించి చెప్పిన కొన్ని న్యాయాలు :-

i. నీటి ప్రవాహ వేగం ప్రవాహ వైశాల్యానికి తడిసిన చుట్టుకొంతకి గల నిష్పత్తి మీద ఆధారపడుతుంది. సమవేగ ప్రవాహానికి ఈ నిష్పత్తి, ప్రవాహం విడుగున మారరాదు. (దీన్నే ఇటు అటుగా 'చేజీ' పద్ధతిమిదో శతాబ్దపు ఉత్త రార్థంలో కనకున్నాడు)

ii. గరుకు దనం (Friction) తగ్గిన కొద్దీ వేగం పెరుగుతుంది (చేజీ ఇది గమనించాడు).

iii. నీటి వాలు పెరిగిన కొద్ది ప్రవాహ వేగం పెరుగుతుంది (ఇది కూడా చేజీ చెప్పాడు).

iv. నీటి ప్రవాహంలో హద్దుల వద్ద కంటే మధ్యలో వేగం హెచ్చుగా ఉంటుంది. (ఈ విషయాన్ని పందొమ్మిదో శతాబ్దంలో బేజిన్ గమనించాడు).

వసిష్ఠుడు సమీకరణాల రూపంలో వీటన్నిటిని పొందుపరచలేదు. బేజి, బెజిల్లు ఆ పని చేసారు.

క్రిస్తుకి మూడు వేల సంవత్సరాల పూర్వం, సింధులోయ నాగరికతకు చెందిన ప్రజలు నీటి సరఫరాకి పింగాణీ గొట్టాలను; మురికి పారుదలకి ఇటుకల తూముల్ని వాడినట్లు, త్రవ్వకాలు చెప్తున్నాయి. ప్రజభూమి, యమునానది వరదలో మునిగి పోకుండా ప్రజల శ్రమదానంతో గోవృక్ష గిరి అనే గట్టు కృష్ణుడు కట్టిన కథ మహాభారతంలో ఉంది : నీటిని కలుషితం చెయ్యడం పాపం (శిక్షార్హమైన నేరం) అనివాల్మీకి రామాయణంలో ఉంది. అందుకని ఆయోధ్యలో నీరు శుభ్రంగా ఉండేదిట

ఇంకా సాగుబడి గురించి, నదుల నియంత్రణ గురించి నీరు మన్నని కోసి వెయ్యకుండా మనం తీసుకోవాల్సిన జాగ్రత్తం (Soil Conservation) గురించి వేదాలలో ప్రస్తావించారు.

### 3. ప్రవాహాలు, - ప్రధాన ధర్మాలు :-

ప్రవహించే పదార్థాలు ప్రవాహాలు. ప్రవాహాల స్థితి గతుల గురించి ప్రస్తావించే శాస్త్రమే ప్రవాహ తంత్రం (Fluid Mechanics). అందులో జల తంత్రం ఒక విభాగం. ద్రవాలకి నొక్కబడే గుణం తక్కువ. గాలిలాంటి వాయువులకు నోద సీయత (Compressibility) ఎక్కువ. జల తంత్రంలో చెప్పే విషయాలు నోదసీయత గణనలోకిరాని లేక సాంద్రతలో మార్పురాని పరిస్థితులలో ప్రవాహాలన్నింటికి వర్తిస్తాయి. హఠాత్తుగా గొట్టాల కవాటాలు ముయ్యటం తెరవటం ద్వారా కలిగే జలప్రహారాని (Water hammer)కి నీటికి ఉన్న నొక్కబడే గుణమే కారణం.

వాస్తవిక ప్రవాహాలన్నింటికి స్నిగ్ధత (Viscosity) ఉంటుంది. అటువంటి ధర్మం లేని ప్రవాహాని ఆదర్శ ప్రవాహం అంటారు. స్నిగ్ధత ఘర్షణకి మూలం మరి : ఈ ఆదర్శ ప్రవాహ గతిని పూర్వీకలు హైడ్రోడైనమిక్స్ అన్న తప్పు పేరుతో వ్యవహరించే వారు. 'అనంతమైన నీటిలో సులువేగంతో ప్రయాణించేసే ఓడకి ప్రతిఘటన ఉండదు.' అన్న అనుభవానికి వ్యతిరేకమైన, నిర్ధారణకి, ఆదర్శ ప్రవాహగతి శాస్త్రం దారి తీస్తుంది. దీన్ని ఆలంబర్ట్స్ పారడాక్స్ అంటారు. ఇటువంటి బెడద తప్పించు కోడానికే శాస్త్రజ్ఞులు వాస్తవిక ప్రవాహ తంత్రాన్ని అభివృద్ధి చేశారు

### 4. వినియోగ జల తంత్రం :

ఇందులో జలస్థితి, వినియోగ జలగతి అని రెండు విభాగాలు ఉన్నాయి.

#### జలస్థితి :-

ఇందులో జల సమతుల్య స్థితిని విచారిస్తారు. దీనిలోని విషయాలకున్న నియమాలు వాస్తవిక ప్రవాహాలకి ఆదర్శ ప్రవాహాలకి కూడా అన్వయిస్తాయి. ఈ విజ్ఞానాన్ని వాడి, సమస్యలు సాధించడంలో ఇబ్బందు లేవీవు. భృగు మహర్షి చెప్పిన సూత్రాలకి, ఆర్కిమిడిస్ చెప్పిన విషయాన్ని జోడిస్తే జలస్థితి గురించి చెప్పినట్టే !

#### వినియోగ జలగతి:

ఇందులో ముఖ్యంగా మూడు సమీకరణాల్ని వాడతారు. ఈ మూడు సమీకరణాల్ని రకరకాల పరిస్థితుల కన్యాయించి ప్రవాహ ప్రవర్తన తెలియజెప్ప గలవాడే ప్రవాహ శాస్త్రంలో దీర్ఘ.

#### సాతత్య సమీకరణం (Continuity Equation)

సాంద్రతలో మార్పురాని పరిస్థితుల్లో సాతత్య సమీకరణాన్ని ఈ క్రింది విధంగా చెప్పవచ్చు. ఒక



ఘన పరిమాణపు ఆవరణలోకి ప్రవేశిస్తున్న ప్రవాహపు ద్రవ్యరాశి ఆయతనము (Volume) లు బయటికి ప్రవహిస్తున్న ద్రవ్యరాశి, ఆయతనములకు సమానం. దీనిని బట్టి ప్రవాహ వైశాల్యం లగ్గిన కొద్దీ వేగం పెరుగుతుందని వైశాల్యం ఎక్కువైన కొద్దీ వేగం తగ్గుతుందని తెలుస్తోంది.

#### 4-2.2 గతిభార సమీకరణం (Momentum Equation)

ఒక ఆవరణ గుండా ఒక ప్రవాహం ప్రవహిస్తున్నప్పుడు ఆ ప్రవాహపు ప్రవేశ బిహగ్గమన వేగాల తేడా, ఆ ప్రవాహపు ఆవరణ యొక్క ఉపరితలాల మీద పనిచేస్తున్న బాహ్య బలాల ఫలితం పు డితో ఉండి, దాన్ని ద్రవ్యగతి చేత బాగిస్తే వచ్చే విలువకి సమానంగా ఉంటుంది. చూడటానికి అమాయకంగా కనిపించే ఈ సమీకణాన్ని వాడాలంటే ప్రతిఘటనా బలం లేక ఘర్షణ బలం విలువ తెలియాలి. దీని విలువ ప్రవాహశీలం మీద ప్రవాహ జ్యామితిశీలం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. వీటి మధ్య ఉన్న సంబంధాలు ప్రయోగాల ద్వారా అనుభవం ద్వారా తెలుసుకోవాలి. అవి తెలుసుకున్నప్పుడే జలతంత్రం వినియోగ జలతంత్రం అవుతుంది. ఈ సంబంధాలే వినియోగ జలతంత్రానికి ఆయువు పట్టులు.

#### శక్తి సమీకరణం (Energy Equation)

బయటి నుంచి శక్తిని తీసుకోవడంగాని, శక్తి నష్టంగాని లేనప్పుడు ప్రేషశక్తి + గతిజ శక్తి + స్థితిజ శక్తి = స్థిరాంకము, అని బర్నౌలీ సమీకరణ రూపంలో చెప్పాడు. అదర్భ ప్రవాహాలకి శక్తి నష్టం ఉండదు. కాని వాస్తవిక ప్రవాహాలకి ఘర్షణ వల్ల ప్రవాహ డితో శక్తి ఖీణిస్తుంది. శక్తినష్టం లేక కట్టగలిగినప్పుడే జలతంత్రం వినియోగ మవుతుంది. శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయోగాను

భవాలనన్నిటిని క్రోడీకరించి సమీకరణం రూపంలో ఇంజనీర్ల కిస్తారు.

ఒక ప్రవాహంలో వేగం పెంచిన చోట ప్రేషం తగ్గుతుందని బర్నౌలీ సమీకరణం చెప్తోంది. అందు రెండు బలాయి కాయలను దగ్గరగా వ్రేళ్లాడదీసి మధ్యన గాలి ఊడితే ఆ రెండు దగ్గరగా జరుగుతాయి.

నీరులో ప్రేషం యొక్క నిరపేక్ష (Absolute) విలువ, బాష్ప (Vapour) ప్రేషం కంటే తగ్గితే, నీటిలో గుల్లలు (Cavities) ఏర్పడతాయి. పేలడం ద్వారా ఇవి జాలిక యంత్ర భాగాలకి, నీటి కట్టడానికి హాని కలిగిస్తాయి.

#### 5. జల సంపద

జలసంపదల్ని కనుక మనం చక్కగా వినియోగించుకోగలిగితే మనదేశం సంపన్నదేశము అవుతుంది. జలసంపదల నిర్వహణలో ముఖ్యమైన విషయాలు, ఏమిటంటే :-

- (i) క్షేత్ర జల ప్రపహణ లేక సాగుబడి,
- (ii) వరదల నియంత్రణ,
- (iii) జల నిర్గమణ లేక నీటిని ఓడ్చుట,
- (iv) నౌకా యానము,
- (v) జల నాణ్యం, లేక నీటి వాసి - కాలుష్య నివారణ,
- (vi) వ్యర్థ జల నిర్వహణ,
- (vii) జల వినోదం,
- (viii) జల ప్రాణుల, వన్య ప్రాణుల నిర్వహణ,
- (ix) ఇసుక మన్ను కోసి వెయ్యటం, కొట్టుకొని పోవటములలో గల ఇబ్బందుల నివారణ, తొలగించుట.

ఇంతవరకు ఒక్కొక్క ప్రాజెక్టునే తీసుకొని దానివల్ల ఎంత ప్రయోజనం ఉంటుందో ఎంత ఖర్చవుతుందో లేక్కగట్టి దానిని బట్టి ఆ ప్రాజెక్టుని తలబెట్టి పూర్తి చెయ్యడం, మాని వెయ్యడం

జరుగుతూ వచ్చింది. ఇప్పుడల్లా కాకుండా జల సంపదల విషయంలో శాస్త్రీయ దృక్పథాన్ని ఏర్పరుచు కొంటున్నాము. ప్రజలకున్న మొత్తం అవసరాలని, ఉన్న జల సంపదని, పెట్ట కలిగిన ఖర్చుని మనస్సులో పెట్టుకొని అన్నింటికాక అత్యుత్తమమైన ప్రణాళికను రూపొందిస్తున్నారు. దీన్ని పూర్ణ పద్ధతి (System & Method) అంటారు. ఇదే క్రొత్త దృక్పథం.

ప్రస్తావించిన రచనలు

1. జి. జి. గార్డె "నదీ తంత్రం-నిర్వహణల కళాశాస్త్రాలకి ప్రాచీన హిందూ దేశపు జ్ఞానం ప్రధానం" (ఆంగ్లంలో); జర్నల్ ఆఫ్ ది ఇన్స్టిట్యూషన్ ఆఫ్ ఇంజనీర్స్ (ఇండియా); సివిలింజనీంగు విభాగం- సంపుటి 55, భాగం C I 5-6; మే 75, పుటలు 161-167.

2. హంటర్ రౌస్, సైమన్ ఇన్స్ "వినియ్యక్త జల తంత్ర చరిత్ర" (ఆంగ్లంలో); వినియ్యక్త జల తంత్ర పరిశోధనా సంస్థ, ఐయోవా, ఐయోవా రాష్ట్ర విశ్వవిద్యాలయం (యు. ఎస్. ఎ) 1957. పుట 4.

సంప్రదించుటకు తెలుగులో కొన్ని రచనలు

1. జోస్యుల విశ్వేశ్వర రావు. "హైద్రాలిక్ శాస్త్రం"- విజ్ఞాన సర్వస్వం (ఇంజనీరింగు అండ్ టెక్నాలజీ, 12 వ సంపుటం. 1970. పుటలు 810-8 6.

2. క. వ. న. శర్మ, "ఎటి ఇనక-1 టి మోత" తెలుగు, హైదరాబాదు సంపుటి 1, సంఖ్య 1, జనవరి-మార్చి, 1978 పుటలు 76 80.

3. క. వ. న. శర్మ, -కాలువలు - "ప్రవాహ తరహాలు" విజ్ఞాన ప్రగతి, సంపుటి 1 సంచిక 1, మే, 1978 పుటలు 65-89.

4. క.వ.న.శర్మ, "గొట్టాలలో ప్రవాహాలు" విజ్ఞాన పత్రిక స పుటి 5, సంచిక 2 ఏప్రిల్ 75 పుటలు 53-58

5. దొంతం శెట్టి వీరభద్రరావు. "జల శాస్త్రం- నీటి వనరులు" విజ్ఞాన పత్రిక సంపుటి 5, సంచిక 2, ఏప్రిల్ 75; పుటలు 38-42.

క. వ. న. శర్మ.

## 249. నీటి పారుదల (Irrigation)

భారత దేశము అనాదిగా వ్యవసాయమే ప్రధాన వృత్తిగాగల దేశము. మన దేశపు ఆర్థికాభివృద్ధి వ్యవసాయము పైననే ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉన్నది. వ్యవసాయమునకు సరియైన నీటి వసతి చాల ముఖ్యము. కేవలము వర్షముపైననే ఆధారపడు పంటల నుండి వచ్చు దిగుబడి స్వల్పము. ఇట్టి సేద్యము చాలా కష్టనష్టములతో కూడుకొన్నది. వర్షము ద్వారా పంటలకు కావలసిన నీరు తగు

సమయములలో తగినంత మోతాదులలో లభించక పోవచ్చును. గుజరాత్, మహారాష్ట్ర మొదలగు రాష్ట్రాలలో వర్షపాతం ఎప్పుడు ఒకే విధంగా ఉండదు. రాజస్థాన్ లో వర్షపాతం చాలా తక్కువ. శీతా కాలంలోని పంటలు వర్షపు నీటిపై ఆధార పడ లేవుకదా? అందుకే లాభదాయకమైన సేద్యం చేయాలంటే మానవ ప్రయత్నం ద్వారా పంటలకు నీటి సరఫరా చేయడం ఎంతో అవసరం. ఈ

విధంగా కేవలం వర్షపాతముపైనే ఆధారపడక మానవ ప్రయత్నము ద్వారా వ్యవసాయమునకు నీటి సరఫరా చేయడమే “నీటిపారుదల” అనబడును.

### నీటిపారుదల వలన కలుగు ప్రయోజనములు (Benefits of Irrigation)

నీటిపారుదల వలన సమృద్ధిగా నీరు లభించి పంటల దిగుబడి పెరిగి, దేశ సంపద పెరుగుతుంది. ప్రజలు ఖామ పరిస్థితుల నుండి కాపాడబడతారు. భారీ ఎత్తున నీటి పారుదల ప్రాజెక్టులు కట్టడంతో ఉద్యోగవకాశాలు పెరిగి, నిరుద్యోగసమస్య కొంత వరకు పరిష్కారమౌతుంది. పొగాకు, సత్తెలంటి వాటిజుపు పంటలు (Commercial Crops.) భారీ ఎత్తున పండించవచ్చును. దేశము ఆర్థికంగాను, పారిశ్రామికంగాను, పటిష్ఠమవుతుంది. ఇందువల్లనే భారతదేశపు పంచవర్ష ప్రణాళికలలో నీటిపారుదల అభివృద్ధి పథకాలకు ఎంతో ప్రాముఖ్యత ఇవ్వబడింది.

### నీటిపారుదల విధానములు (Methods of Irrigation.):

మన దేశములోని నీటిపారుదల విధానములు ముఖ్యముగా మూడు విధములు. బావులలో లభించు నీటిని, చెరువులలో లభించు నీటిని, నదీజలాలను, నీటిపారుదల ద్వారా వ్యవసాయమునకై వాడుకొనవచ్చును.

వర్షపాతం వలన లభించు నీరంతా ఏమౌతుంది? కొంతనీరు భూమిపై పడకముందే, ఆవిరి రూపంలో పైకెగిరి తిరిగి వాతావరణంలో కలిసి పోతుంది. భూమిపైపడ్డ వర్షపునీరు కొంతభాగం భూమిలోనికి ఇంకిపోతుంది. ఈవిధంగా ఇంకిననీరు మెల్లగా భూమిలో ప్రవహిస్తూ, భూగర్భజలం (Ground-Water) లో కలిసి పోతుంది. మిగిలిన వర్షపునీరు భూమిపై చిన్నచిన్న కాలువలుగా ప్రవహించి నదు

లలో చేరిపోతుంది. మన రాష్ట్రంలోని, కృష్ణా, గోదావరి, తుంగభద్రలాంటి జీవనదులు, ఈవిధంగా వర్షపాతపు నీటి ప్రవాహం వలన ఏర్పడినవే.

### కాలువ నీటి పారుదల (Canal Irrigation) :

నదులలోని నీటిని, కాలువలు ద్వారా పంట, భూములకు మరలించి, వ్యవసాయము చేయవచ్చును. కొన్ని నదులలో వర్షాకాలములో నీటిమట్టము పెరిగి నప్పుడు మాత్రమే కాలువలోనికి నీరు - భిస్తుంది ఇతర సమయాలలో నీరు లభించక పోవచ్చును. ఇట్టి కాలువలను వరదకాలువలని (Inundation-canals) అంటారు. ఉత్తర హిందూస్థానములోని జీవనదులనుండి కొన్నికాలువలకు సంస్కరము పొదుగునా నీరు లభిస్తుంది. కాబట్టి సంవత్సరము పొదుగునా సేద్యం చేయడానికి వీలవుతుంది. ఇట్టి కాలువలను “సదా జల కాలువలు” (Perennial canals) అని అంటారు.

### చెరువు నీటిపారుదల (Tank Irrigation) :

నదులపై ఆనకట్టలు కట్టి నీటి ప్రవాహమును ఆపి నీటిమట్టమును పెంచవచ్చును. చెరువులను, సరస్సులను సృష్టించవచ్చును. ఈవిధంగా ఏర్పడిన చెరువునీటిని, తూములు ద్వారా కాలువలలోనికి, వదలి పంటభూములకు మరలించ వచ్చును. మన దేశంలోని లక్షలాది హెక్టార్ల పంట భూములకు, ఈవిధంగానే నీటిపారుదల జరుగుతున్నది. నదులపై ఆనకట్టలను, మట్టితోకాని లేక సిమెంటు, రాయితో కాని కట్టవచ్చును.

### బహుళార్థ సాధక నదీలోయ ప్రాజెక్టు: (Multipurpose river valley projects)

పెద్ద ఎత్తున సేద్యం చేయాలంటే నీటిపారుదల సౌకర్యాలు కూడా భారీగానే ఉండాలి. అందుకొరకు

నదులలోని నీటిని, ఆనకట్టలు కట్టి ఉపయోగించు కొన వచ్చునని చెప్పుకొన్నాము కదా! ఒక ఆనకట్టనే కాక, తూములు, కాలువలు, గేటులు వంతెనలు, మొదలైన అనుబంధ కట్టడము లెన్నియో అవసరము. ఈ కట్టడ సముదాయమునే ప్రాజెక్టు అని అంటారు. ప్రాజెక్టులు నదీ లోయలలో కడతారు. ఒక ప్రాజెక్టు వలన లభించు చెఱువునీటిని, విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదనకు, మంచినీటి సరఫరాకు, నీటి రవాణా సౌకర్యములకు మొదలైన ఇతర ప్రయోజనములకు కూడా వాడుకొనవచ్చును. ప్రాజెక్టులు రూపొందించి, అంచనాలు వేయు తరుణంలోనే ఈ విధంగా బహుళార్థ సాధనకై ప్రణాళికలు తయారు చేసికొన వచ్చును. ఈవిధమైన ప్రాజెక్టులను “బహుళార్థసాధక నదీలోయ ప్రాజెక్టులు” అని అంటారు. ఇట్టి ప్రాజెక్టులకు దిగువలోనున్న ప్రాంతాలు వరదల నుండి కూడా కాపాడబడు తాయి. ప్రాజెక్టుల వలన ఉద్యోగావకాశాలు పెరుగు తాయి. దేశము పారిశ్రామికంగా కూడా అభివృద్ధి చెందుతుంది. ఇట్టి ప్రాజెక్టులనే పండిత నెహ్రూ ఆధునిక దివ్య క్షేత్రాలని పేర్కొన్నాడు.

వీనివల్ల కలిగే ప్రయోజనాలు దిగువ పట్టికలో చూపించ బడ్డాయి.

ఒరిస్సాలోని హీరాకుడ్ ప్రాజెక్టు, బీహార్ లోని కోశి, గండక్ ప్రాజెక్టులు రాజస్థాన్ కాలువ, ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని, నాగార్జున సాగర్, తుంగభద్రా ప్రాజెక్టులు, భారత దేశంలోని, పేర్కొన దగిన కొన్ని నదీ లోయ ప్రాజెక్టులు. ఈ ప్రాజెక్టుల వలన భారీ ఎత్తున నీటి పారుదల సౌకర్యములు లభించ డమే కాక, విద్యుదుత్పాదన సౌకర్యములు కూడా కలిగి, దేశ సంపద పెరగడానికి వీలవుతున్నది.

ప్రాజెక్టులను రూపొందించడానికి అంచనాలు వేయడానికి ఎంతో సమాచారం సేకరించి, పరిశీ లించవలసి ఉంటుంది. ఆనకట్టలు కట్టడానికి అనువైన తావులను ఎన్నుకొనవలెను. ఆ ప్రదేశ ములోని వర్షపాతపు వివరాలు, నదిలో ప్రవహించు నీటి వివరాలు, మొదలైన సమాచారం సేకరించి, భూ పరిశోధనలు, అవసరమైన నర్వేలు జరిపి, ప్లానులు తయారుచేసి, అంచనాలు వేయవలసి ఉంటుంది. ఇంజనీర్లకు భూవిజ్ఞాన శాస్త్రవేత్తల, ఇతర నిపుణుల సహకారం ఎంతో అవసరం.

**బావులు-నీటిపారుదల(Well Irrigation):**

నదీ జలాలు, చెఱువులు, ఆనకట్టలు, మొదలగు నీటివనరులు లేని ప్రాంతాలలో, నీటిపారుదల

**పట్టిక**  
**బహుళార్థ సాధక ప్రాజెక్టులు**  
**ప్రయోజనములు**

సీటి పారుదల	వరద నియంత్రణ	మంచినీటి సదుపాయము	వినోదపు వసతులు	ఇతరములు
జల విద్యుదుత్పాదన	పారిశ్రామికాభివృద్ధి	నీటిరవాణాసౌకర్యాలు	ఉద్యోగావకాశములు	

పంజాబ్ లోని బాక్రా - నంగల్ ప్రాజెక్టు, పశ్చిమ బెంగాల్ లోని దామోదర్ లోయ ప్రాజెక్టు,

ఏవిధంగా వీలవుతుంది? భూగర్భంలో జలం ఉన్నట్లు మనం చెప్పుకున్నాము కదా! ఇట్టి ప్రాంత

లలో దిగుడుబావులు, చేదబావులు, లేక గొట్టపు బావులు, త్రవ్వినచో నీరు లభిస్తుంది. ఆ నీటిని పశువుల సహాయంతో మోట పద్ధతి ద్వారా కాని, జల చక్రముల (Water wheels) చేతకాని లేక బొక్కెనలతో నీటిని పైకి తోడికాని, కాలువలలోనికి నీటిని ప్రవహింపజేసి పంటభూముల కందించవచ్చును. చాలామంది రైతులు ఇప్పుడు విద్యుచ్ఛక్తి సహాయంతో మోటారు పంపులు నడిపి నీటిని పైకి తోడి సేద్యము కొరకు వాడుకొనుచున్నారు. సుమారు నాల్గవవంతు భూమికి నీటి పారుదలవసతి బావులవలననే లభిస్తున్నది. ఉత్తర ప్రదేశ్, హర్యానా, పంజాబ్, మహారాష్ట్ర, తమిళనాడు మొదలైన రాష్ట్రాలలోను, తెలంగాణా ప్రాంతంలోను, ఈ విధానం వాడుకలో నున్నది.

ఆధునికపద్ధతులలో గొట్టపు బావుల(Tube wells) వలన నీటిపారుదల సాగించే విధానం ప్రజావరణం పొంది బాగావాడుకలోనికి వస్తున్నది. ఒక మంచి గొట్టపుబావి ద్వారా సుమారు వంద హెక్టార్ల భూమి వరకు సాగుబడి చేయవచ్చును. పెట్టుబడి కూడా ప్రాజెక్టు కన్న స్వల్పము. ఉత్తర ప్రదేశ్, బీహార్, పంజాబ్, హర్యానా, రాష్ట్రాలలో గొట్టపు బావులు విరివిగా వాడుకలో ఉన్నాయి.

**పంటలు- పంట కాలములు (Crops and Crop Seasons)**

మనదేశపు ముఖ్యమైన పంటలు వరి, గోధుమ, చెఱకు, ప్రత్తి, పొగాకు, జొన్న, మొక్కజొన్న, పండ్లతోటలు, కూరగాయలు, మొదలగునవి. వాతావరణ పరిస్థితులను బట్టియు, ఋతుపవనముల వలన కలుగు వర్షమును బట్టియు, పంట కాలములు రెండు రకములుగా వాడుకలో ఉన్నాయి:

**(1) ఖరీఫ్ పంటలు (వర్షాకాలపు పంటలు):**

ఈ పంటలకు విత్తనములు తొలకరి వర్షానంతరం నాటుతారు. సుమారు జూన్ 15 నుండి

అక్టోబరు 15 వరకు ఖరీఫ్ పంటకాలమనబడుతుంది. ఈ కాలంలో వండు పంటలు: వరి, జొన్న, మొక్కజొన్న, వేరుశనగ, కందులు మొదలైనవి.

**(2) రబీ పంటలు (శీతాకాలపు పంటలు):**

ఈ కాలము సుమారు అక్టోబరు 15 నుండి ఫిబ్రవరి 15 వరకు. ఈ కాలపు పంటలలో గోధుమ ముఖ్యమైనది. జొన్న, శనగ, పొగాకు మొదలైన పంటలు కూడా ఈ కాలంలో పండుతాయి.

దక్షిణ భారతంలో ఖరీఫ్ పంట కాలమని రబీ పంటకాలమని ఖచ్చితమైన ఏర్పాటు లేదు. చెఱకు ఒక సంవత్సరపు పంట. తెలంగాణా ప్రాంతంలో వర్షాకాలపు వరి పంటను “ఆది” అనియు, శీతాకాలపు వరిపంటను “తాది” అనియు అంటారు. ఆధునిక వ్యవసాయ పద్ధతులు ద్వారా ఇప్పుడు సంవత్సరానికి మూడు పంటలు కూడా పండిస్తున్నారు. ఖరీఫ్ పంటలకు రబీ పంటల కన్న ఎక్కువ నీరు అవసరము.

**పంటలకు నీరు అందజేయు విధానములు.**

మూడు విధములుగా పంటలకు నీరు అందజేయవచ్చును: (1) నీటిని భూమిపై ప్రవహింపజేసి పంటల కంద జేయడము (Surface Irrigation) ఒక పద్ధతి. ఇది సర్వ సాధారణమైన పద్ధతి. ఈ విధానంలో పంట భూములను జలమయం (Flood Irrigation) చేసి కాని, లేక వరుసగా ఏర్పరచిన నాగటి చాళ (Furrow Irrigation) ద్వారాకాని కట్టలు కట్టి, చిన్నచిన్న సమతలమైన మడులు (Level Plots) ఏర్పాటు చేసి, ఒక మడికి నీరందిన తరువాత. మరియొక మడికి నీరందునట్లుగా (Check flooding) పారు ప్రవహింపజేసేకానిదల చేయవచ్చును. తోటలు పెంచి నపుడు క్రమ పద్ధతిలో గుంతలు త్రవ్వి మొక్కలు నాటి, నీటిని సరఫరాచేయడము (Basin Irrigation) అందరికి తెలిసిన పద్ధతియే కదా !

2. బాగా నీటిని పీల్చే కొన్ని రకములైన పొలములలోని పంటలకు నీటిని భూమి ఉపరితలము నుండి కాక, వేళ్ళకే సూటిగా తడి అందునట్లుగా చేయవచ్చును (Sub-surface Irrigation).

చిన్న చిన్న రంధ్రములతో కూడుకొన్న పైపుల ద్వారా నీటిని ప్రవహింపజేసి, జల్లు రూపం (Sprinkler Irrigation). తోడ్పెర్చుకు, తోటలకులో నీరు పెట్ట వచ్చును ఈ పద్ధతి ద్వారా నీటిని పొదుపుగా వాడుకొనవచ్చును. కాని పెట్టుబడి మాత్రమధికము.

నీటి పారుదల విధానాలను సక్రమ పద్ధతులలో అనుసరించినపుడే చక్కని ఫలితాలను, పొందవచ్చును. అధికంగాను, అనవసర సమయాలలోను, పంటలకు నీరు పెట్టి అతినీటి పారుదల (Over Irrigation) కావించినట్లైతే దిగుబడి తగ్గడమే కాక, పంట పొలములు జలమయమై, భూసారం తగ్గే ప్రమాదం కూడా ఉన్నది. దోమలు పెరిగి, మలేరియా లాంటి వ్యాధులు వ్యాపించే భయం కూడా ఉన్నది. అందుకే నీటిపారుదల విధానాలలో పొదుపు, జాగ్రత్త ఎంతో అవసరము.

తిరుమల వి. సుందర్ రాజ్.

## 250. సంచలనము - రవాణా

ఒక చోటునుండి మరియొక చోటునకు ప్రయాణము చేయుట వలన సంచలనము కలుగును. ప్రయాణము గాని దాని వలన కలుగు సంచలనము గాని మానవ సంస్కృతికి నిదర్శనములు.

ప్రతి మానవుడు ఏదో ఒక కారణము చేత సంచరించ వలసి ఉండును. కార్యాలయములకు, పాఠశాలలకు, వ్యాపార స్థలములకు, వినోద కేంద్రములకు, ఆసుపత్రి మున్నగు ప్రదేశములకు వెళ్ళుట, తిరిగి వచ్చుట - నేటి నాగరిక సమాజపు లక్షణము. ఇట్టి సంచలనమునకు అనేక విధములైన వాహనములు, ఉపయోగింపబడుచున్నవి. మోటారు కార్లు, బస్సులు, లారీలు, మోటారు రిక్షాలు, మోటారు సైకిళ్ళు లేదా స్కూటర్లు, సైకిళ్ళు, సైకిలు రిక్షాలు, మనుష్యుల చేతగాని, జంతువుల చేతగాని లాగబడు బండ్లు మొదలగునవి నేడు విరివిగా వాడబడు వాహనములు. వేగముననుసరించి ఈ వాహనములను అధిక వేగముగా నడుపబడునవి (మోటారు బిగింప బడునవి) అనియు, నెమ్మదిగా నడుపబడునవి (మనుష్యులు గాని

జంతువులు గాని లాగునవి) అనియు వర్గీకరించవచ్చును.

భారతదేశము నందలి నగరములలో అన్ని రకముల వాహనములను చూడ వచ్చును. దేశము పారిశ్రామికంగా పూర్తిగా ముందంజ వేయవి కారణమున ఇట్టి పరిస్థితి సంభవించినది. దీనిని మిశ్రమ సంచలనమని అందురు. నగరములు, పట్టణములు పురాతనమైనవి కాబట్టి, అందలి వీధులు అనాటి అవసరములకు, వాహనములకు అనువుగా నిర్మింప బడినవి. ఇట్టి ఇరుకైన, వంకర దింకరగా నున్న వీధులు వేగముగా ప్రయాణించు నేటి వాహనముల రద్దీని తట్టుకొన జాలవు. ఇందు వల్లనే నగరములలో సంచలనము సాఫీగా జరుగక ఎన్నో అపాయములు సంభవించుచున్నవి. వీనిని నివారించుటకు ప్రభుత్వము మోటారు వాహనముల చట్టమును ప్రవేశ పెట్టినది. ఇందు వాహనముల పరిస్థితులు, వాడకమును గూర్చిన నిబంధనలు మొదలగునవి, వివరింపబడినవి. అపాయకరముగా ప్రయాణించు వారికి విధించదగు శిక్షలు కూడా

ఇందులో పేర్కొనబడినవి. పౌరులు క్రమశిక్షణ కలిగి ఈ చట్టమును పాటించవలయును.

**సంచలనపు నియమములు :**

వాహనములను రహదారుల మీద నిరపాయముగా నడువవలయునన్న కొన్ని నియమములను గుర్తు ఉంచుకొనవలయును. అన్ని వాహనములు రహదారికి ఎడమప్రక్క భాగమును మాత్రమే వాడవలయును. ఇట్లు చేయుటవలన ఎదురుగా వచ్చు వాహనములకు ఆటంకము కలుగదు. ఒక వాహనమును దాటి పోవలయునన్న, ముందున్న వాహనమునకు కుడిచైపు నుండియే పోవలయును. ఒకచోట ఆ సమయమున ఎదురుగా వాహనమున్న ఈ కార్యక్రమమును ఆపుచేయవలయును. వీధులలో గాని, రహదారులందు గాని నిర్ణయించబడిన ప్రదేశములలో మాత్రమే వాహనములను నిలువ వలెను. పాదదారులు, ఎల్లప్పుడు వారికి నిర్దేశింపబడిన కాలి బాటనే ఉపయోగించవలయును. వాహనములు పోవు దారిని దాటవలసి ఉన్నచో ప్రత్యేకించి గుర్తించబడిన స్థలములలో మాత్రమే దాటవచ్చును. వీధియందు ఎట్టి ప్రమాద మేర్పడినను వెంటనే దానిని పోలీసు అధికారులకు తెలియజేయవలయును.

పై నియమముల ననుసరించి ప్రయాణించుటకు అనేక సంకేతములు ఉపకరణములు ఉన్నవి, వాహనములను నడపించువారు ఈ సంకేతముల పరిజ్ఞానము కలిగి ఉండుట ఆవసరము. వీనిని ఆజ్ఞాబద్ధములు అనియు, భద్రకరములు: అనియు, సమాచారము నందజేయునవి అనియు, విభజించవచ్చును. ప్రయాణించు ప్రవీణులను తప్పక అనుసరించ వలసిన సంకేతములు ఆజ్ఞా బద్ధములు, రహదారిపై గల ప్రమాదములను, ఇబ్బందులను ముందుగా తెలియ జేయు సంజ్ఞలు భద్రకరములు; వాహకు

నకు ఆవసరమగు ఇతర సమాచారమును మూడవ రకపు సంకేతములు సమకూర్చును.

మూడు వైపుల నుంచిగాని, అంతకు మించిగాని సంచలనమున్నచో ఆ ప్రదేశమును కూడలి అందురు. ఇట్టి సంగమ స్థలములందు ప్రమాదములను నివారించుటకు ఎన్నియో పద్ధతులు గలవు. సంగమ మయినను, వాహనముల సంఖ్య తక్కువగా నున్నచో ఎట్టి ఆదుపు ఉండదు. రద్దీ పొచ్చినప్పుడు, సంచలనమును నిగ్రహించుటకు కూడలి మధ్య పోలీసు అధికారి ఉండును. వాహనముల సంఖ్య చాలా పెరిగినప్పుడు గాని, కూడలి యందు కలిసెడి రహదారులు ఎక్కువగా నున్నప్పుడు గాని, ఇట్టి పద్ధతి ఆచరణ యోగ్యము కాదు. ప్రయాణికులకు అనవసరమైన ఆలస్యము సంభవించును. ఇట్టి పరిస్థితుల యందు కాంతి సంకేతములు ఏర్పాటు చేయబడును. ఆకుపచ్చ, ఎరుపు, షరియు పసుపు రంగులను కలిగిన ఈ సంకేతములను నేడు పెద్ద నగరములన్నిటి యందును, ముఖ్యమైన కూడలిల (చౌరస్తాల) యందు కాననగును. విద్యుద్దీపముల సాయమున ఈ రంగులు ఒక స్తంభముపై వరుసగా ఒక దాని తరువాత మరియొకటి నిలువుగా ఒక నిర్ణీత కాల వ్యవధిలో వెలిగి కన్పించు చుండును. ఆకుపచ్చ రంగు వెలిగినప్పుడు దీపమునకు ఎదురుగా నున్న వాహనములు ప్రయాణము చేయవచ్చును. ఎరుపు రంగు కనిపించిన ఆగి పోవలయును. పసుపురంగు అప్రమత్తతకు చిహ్నము. ఇది కనిపించినప్పుడు బయలు దేరుటకు గాని, ఆగుటకు గాని సిద్ధముగా నుండ వలయును. కూడలి ప్రదేశముల యందు ప్రయాణికులు ఈ సంకేతముల ననుసరించినచో ప్రమాదములకు ఆస్కారముండదు.

**రవాణా :**

దేశపు పారిశ్రామికాభివృద్ధికి ముడి పదార్థముల రవాణా, తయారయిన వస్తువుల పంపిణీ - ఈ

రెండును అవసరము. ఈ సదుపాయములను వివిధ రవాణా సంస్థలు కలుగజేస్తున్నవి. వీటి ప్రయోజనములనేకములు. దేశ రక్షణ, సాంకేతికాభివృద్ధి, సాంకేతిక విలీనము వంటివి రవాణా సౌకర్యముల మూలముననే సాధ్యము. రవాణా సంస్థలు దేశాభివృద్ధికి కొలత-బద్ధము.

రవాణా-భూ-వాయు, జల మార్గములందు-జరుగ వచ్చును. ఈ ప్రకారముగా రవాణా సంస్థలను, రోడ్డు, రైలు, జలయానము మరియు విమానయానములని విభజించవచ్చును.

సులభముగా, తక్కువ పెట్టుబడితో స్థాపితము జరుగని రోడ్డు రవాణా సంస్థ. ఇందులకు చక్కటి రోడ్లు, సరిపడు వాహనములు, సిబ్బంది అవసరము. ఈ పద్ధతి యందు మారుమూల యందున్న గ్రామములకు కూడా రవాణా సౌకర్యములు కలుగజేయవచ్చును. ప్రజల రాకపోకలకు, చిన్న పరిమాణము గల సామగ్రి రవాణాకు రోడ్డు సంస్థలు ఎంతయో ఉపయోగకరము.

భూమి మీదనే ప్రయాణించు రెండవ రవాణా సంస్థ రైల్వేలు. పారిశ్రామిక ప్రాంతములలో ముఖ్యమైన స్థలములలో ఇట్టి సంస్థలు అవసరము. ఈ సంస్థ నడచుటకు రైలు మార్గములు, ఇంజనులు, పెట్రోలు, కూడలి (జంక్షన్) స్థలములు, స్టేషనులు, తగినంత సిబ్బంది అవసరము. అందుచేత రోడ్డు రవాణాకన్న దీనికి పెట్టుబడి ఎక్కువగా ఉండును. దూరపు ప్రయాణములకును, భారీ సామగ్రి రవాణాకును రైల్వేలు ఉపయుక్తము. నదులు, కాలువలు, వంటి నీటి వనరులయందు, సముద్ర మార్గములందు

చేయు రవాణా మూడవ రకము. అంతర్జాతీయ వాణిజ్యమునందు జలయానము చాలా ప్రాముఖ్యము వహించినది. సూయజ్ కాలువ, పనామా కాలువ ఇందుకు నిదర్శనములు.

వాయు రవాణా సంస్థయందు పెట్టుబడి ఎక్కువ అయినను అతి తక్కువ సమయములో ప్రయాణము జరుగును. మందులు, ఫల సామగ్రి మున్నగు వానిని సరఫరా చేయుటకు వాయుయానము అనుకూలమైనది. ఇట్లే నేటి అంతర్జాతీయ ప్రయాణము లందును, దేశమునందలి ముఖ్యమైన నగరముల మధ్య త్వరితమగా ప్రయాణము చేయుటకును వాయుయానమే నేడు వ్యాప్తి నొందినది.

వివిధ రవాణా సంస్థలు ఒకదానికి, మరియొకటి అనుబంధముగా నడచుకొనవలయును. ఉదాహరణకు నౌకాశ్రయములందు జలయానము ద్వారా దిగుమతి చేసికొనబడిన సామగ్రిని రైలు మార్గము ద్వారా, ప్రధాన నగరములకు చేర్చి, రోడ్డు సంస్థల మూలమున వేరువేరు గ్రామములకు పంపవలసి యుండును. సంస్థల మధ్య అన్యోన్యత లేనిచో సామగ్రి సకాలమునకు చేరక ఎన్నియో కష్టనష్టములు సంభవించును. ప్రభుత్వము రవాణా సంస్థలను ఏర్పరచునప్పుడు వేరు వేరు సంస్థల అవసరము, పెట్టుబడి, ప్రయోజనము మున్నగు అనేక అంశములను తుజ్జంగా పరిశీలించ వలసి ఉండును.

(చూ. విజ్ఞాన పీఠిక I. పేజీ 187)

డా॥ కే. యస్. పిళ్ళై.

## 251. ప్రజారోగ్య శాస్త్రము

'ఆరోగ్యమే మహాభాగ్యం' అనే నానుడి ప్రకారం జాతి శక్తిసామర్థ్యాలు, ప్రజల ఆరోగ్యం మీద

ఆధారపడి ఉంటాయి. ప్రజారోగ్యాన్ని మెరుగు పరచాలంటే రోగాలను నివారించడమే కాకుండా



ఆరోగ్యాన్ని సంరక్షించ వలసి ఉంటుంది. ఈ కృషిలో వైద్యశాస్త్రానికి తోడుగా ఇంజనీర్లు కూడా ప్రధానపాత్ర వహిస్తారు. భారతదేశంలో పరిశుద్ధమైన నీరు తగినంతగా సరఫరా జరుగక పోవడం మూలంగానూ, అనారోగ్యకరంగా ఆకు దాన్ని, మురుగు నీటిని విడుదల చేయడం వల్లనూ వ్యాధులు అధికంగా వ్యాపిస్తున్నాయి. ఇందుకు తోడుగా నగరాల పెరుగుదల, పారిశ్రామికీకరణం వల్ల వాతావరణంలోని నీరు, గాలి, కలుషిత మవు తున్నాయి. మంచినీటి సరఫరా, మురుగు తొల గింపు, కాలువ్య నివారణ, - ఇవి నేటి ప్రజారోగ్య ఇంజనీరు నెరవేర్చ వలసిన కర్తవ్యాలు.

ఈ వ్యాసంలో నీటి సరఫరా మురుగు - ఈ రెండు విషయాలు చర్చించ బడ్డాయి. వాతావరణ కాలువ్యం తరువాతి వ్యాసంలో వివరింప బడింది.

### నీటిసరఫరా :-

మన దేశంలో సుమారు 2800 నగరాలు, పట్టణాలు ఉన్నాయి. అయితే వీటిలో సురక్షిత మైన నీటి సరఫరా సౌకర్యాలు కలిగినవి కేవలం 1200 ప్రదేశాలు మాత్రమే. ఇక గ్రామాలను పరిశీలిస్తే పరిస్థితులు మరి అసంతృప్తికరంగా ఉన్నాయి. గ్రామీణులు, స్వచ్ఛంగా లేక పోయినా బావుల్లోంచి, చెరువుల్లోంచి, నదులనుంచి, నీరు వాడుకుంటూనే ఉంటారు. నీటివసతి లేనిచోట ప్రజలు త్రాగేనీటి కోసం ఎంతో దూరం పోవడం కూడా మనకు తెలిసిన విషయం.

శుభి, శుభ్రత అనేవి నీటి లభ్యతతో జతపడి ఉన్నాయి. ఏ ప్రాంతాల్లో ప్రజలు ఎక్కువ మంచి నీటిని వాడుతారో ఆక్కడి ప్రజల ఆరోగ్యం మెరుగ్గా ఉంటుందని అనుభవంవల్ల తేలింది.

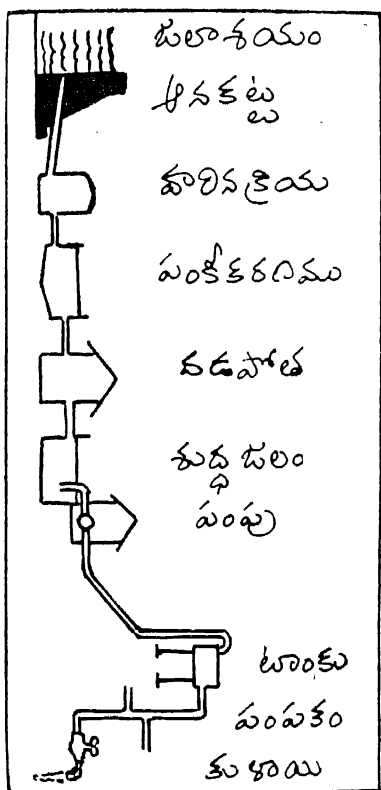
దైఫాయిడ్, కలరా, విరేచనాలు, బోడకాలు, పచ్చకామెర్లు వంటి అనేక వ్యాధులు నీటిలోని సూక్ష్మ జీవుల వల్ల వ్యాపిస్తాయి.

సురక్షితమైన నీరు అంటే రంగు, వాసన లేకుండా, రుచిగా ఉండి ఏవిధమైన సూక్ష్మజీవులు లేకుండా తాగినప్పుడు జబ్బు రాకుండా ఉండే నీరు. కొన్ని ప్రదేశాల్లో నీరు సురక్షితంగా ఉన్నా, ఆ నీటితో బట్టలు ఉతకడం కష్టం; మురుగు రాదు. ఉలికిన బట్టలకు ఎరువు రంగు వస్తుంది. ఇలాంటి లక్షణాలు నీటిలోని రసాయన పదార్థాల మూలంగా వస్తాయి. ఉదాహరణకు హరిదములు ఎక్కువగా ఉండే నీళ్ళు ఉప్పుగా ఉంటాయి. త్రాగే నీటిలో ఫ్లోరిడములు సరియైన పాళ్ళలో లేకపోతే పుప్పి పళ్ళు వస్తాయి. లవణాలు, ఎక్కువగా ఉండే నీరు కఠినమవుతుంది.

మనం వాడే నీరు భూతలం నుంచీ, భూగర్భం నుంచీ వస్తుంది. నదులు, చెరువులు వంటివి, భూమి మీది వనరులు; నూతులు, ఊటలు భూగర్భంలోని వనరులు. హైదరాబాదులో మూసీ నదికి అడ్డంగా అనకట్టను నిర్మించి బ్రహ్మాండమైన జలాశయాన్ని ఏర్పరచారు. ఇదే విధంగా విజయ వాడ నగరంలో కృష్ణానది ఒడ్డువెంట నూతులు త్రవ్వారు. వీటిలోంచి రోజుకు లక్షల లీటర్ల నీరు లభ్యమవుతుంది. అయితే ఈ నీరు స్వచ్ఛమైంది కాదు. నేల మీద భూగర్భంలో ప్రవహించేప్పుడు ఎన్నో లవణాలు, రసాయన పదార్థాలు, సూక్ష్మ జీవులు, బురద, మట్టి, నీటిలో కలుస్తాయి. భౌతిక, రసాయనిక సాధనాల ద్వారా శుభ్రపరచి, భద్రం చేసి నీటిని ఇండ్లలోనికి అందించవలసి ఉంటుంది.

సురక్షిత నీటి సరఫరా పథకంలోని వివిధ అంశాలను ఎదుటిపుటలో చూడవచ్చును.

నది, జలాశయంవంటి వనరుల్లోంచి గ్రహించిన నీటికి క్లోరిన్ రసాయనాలను కలిపి సూక్ష్మ క్రిము లను మొదట నాశనం చేస్తారు. తరువాత నీటిని పెద్ద కుండీల్లో నిలువ ఉంచుతారు. ఇలా నిలువ ఉంచడంవల్ల బురద, మట్టి, ఇసుక వంటి పదార్థాలు అడుక్కు చేరి నీరు కొంతవరకు శుభ్రమవుతుంది.



పటం 1. నీటి సరఫరా వ్యవస్థల రేఖా స్వరూపం  
ఈ పద్ధతిని పంకికరణం (Sedimentation) అంటారు. నీటిలోని మట్టి కణాలు అడుగునకు చేరడానికి ఒక్కొక్కసారి ఎంతోకాలం పడుతుంది. ఇలాంటి సమయాల్లో పటికను నీటికి కలుపుతారు. నీటిని ఎత్తునుంచి ప్రవహింపజేసి, అందులోని అవక్షిప్తాన్ని ఎక్కువ చేయవచ్చు. ఇలా గాలిలో పయనించడం (Aeration) మూలాన నీటి రుచి, వాసన కూడా బాగు అవుతాయి. ఇక ముఖ్యమైనది వడపోత (Filtration). నీటిని ఇసుక పొరలనుంచి వడపోస్తే అందులోని మలిన ద్రవ్యాలు పొరగా ఏర్పడి శుద్ధజలం లభిస్తుంది. శుద్ధజలాన్ని శుభ్రంగా ఉన్న జలాశయాల్లో నిలువచేసి పంపుల ద్వారా, గొట్టాల ద్వారా వేర్వేరు ప్రాంతాలకు పంపిణీ చేస్తారు.

ధనాభావం వల్ల పల్లె ప్రాంతాల్లో, తక్కువ

జనాభా గల పట్టణాల్లోను పైన వివరించిన విశేషాలన్నీ సమకూర్చడం వీలు కాకపోవచ్చు. సాధారణంగా గ్రామాల్లో భూగర్భ జలాన్ని వాడుతారు. రాతి, లేక ఇటుకతో కట్టిన బావులు, గొట్టపు బావులు (Boring wells) ఇందుకు తోడ్పడుతాయి.

మురుగు తొలగింపు (Waste Disposal):

ప్రజల ఆరోగ్యం నీటి సరఫరా మీదే కాక, మురికి నీటిని తొలగించే పద్ధతిపైన కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది. ఇంట్లోని డిడ్డు, వంటింటి చెత్త, ఇతర చెదారం, అశోధం - ఇవన్నీ రోజూ అంతటా ప్రోగు అవుతునే ఉంటాయి. ఇవికాక నగరాల్లోని పరిశ్రమలనుంచి, బాడిద వంటి, అనేక మైన పనికిరాని వస్తువులు విడుదల అవుతుంటాయి. ఇక గొట్టాల ద్వారా నీటి సరఫరా ఉన్నచోట తలసరి నీటి వాడకం రోజుకు 120 లీటర్ల వరకు ఉంటుంది. ఇందులో చాలా భాగం మురికి నీరుగా వృథా పోతుంది. ఈ నీటి పాడుదలకు, శుద్ధి చేయడానికి తగిన ఏర్పాట్లు లేకపోతే ఎన్నో సమస్యలు, ఏర్పడుతాయి. పరిసర ప్రాంతాల్లో మంచి నీటిని అందజేసే వనరులు, కలుషితం అవుతాయి. దుర్గంధం, క్రిమికీటకాలు పెరిగి, వ్యాధులు వచ్చే అవకాశం ఉంటుంది. అనేక గ్రామాల్లో మలమూత్రాలు, మురికినీరు, మురుగుతున్న చెత్తతో వీధులు అసహ్యంగా ఉండడం మనం ఎరిగిన విషయమే.

మొహంజోదారో, హరప్పా నాగరికత రోజుల్లోనే ఈ విషయం గుర్తింపబడింది. అలాంటి ప్రజలు మూసిన కాలువలు కట్టి, ప్రతి ఇంటినుంచి వచ్చే మురికి నీటిని వీటి ద్వారా తొలగించి, ఇళ్ళకు దూరంగా ప్రత్యేకంగా నిర్మించిన కుండ్లలో వదలే వారు. ప్రజారోగ్యం దృష్ట్యా ఇది ఎంతో విశిష్టమైన విషయం. నేటి ఇంజనీర్లు మురుగునీటిని కాలువల ద్వారా సంగ్రహించి దూరంగా తీసికొనిపోవడమే

కాకుండా దానిని శుద్ధిచేసి, నిరపాయకరంగా లాభదాయకంగా మారుస్తున్నారు. ఈ నీటిని కాలుష్యప్రమాదం లేకుండా నేలమీద కాని, నదుల్లోనికి కాని విడుదలచేసి నగరాల్లోని శుచి శుభ్రతలను పెంపొందించవచ్చు.

నీటి సరఫరా పథకాల వలెనే, మురుగు తొలగింపునకు కూడా పురపాలక సంస్థలు బృహత్పణాళికలను రూపొందిస్తాయి. మొదట మురుగునీటిని భూగర్భంలోని గొట్టాల ద్వారా ఇంటింటి నుంచి సేకరించి దూరంగా ఒక ప్రదేశానికి చేరుస్తారు. ఈ మురుగును నదుల్లో వదిలై నదిలోని నీరు కలుషితమై చేలవంటి ప్రాణులు నాశనమవుతాయి. అందువల్ల ప్రభుత్వంగా మురుగును పెద్దజలైద (Screen) ల ద్వారా ప్రవహింపజేస్తారు. వేలికలు, కొమ్మలు, ఇతరతేలేపదార్థాలు ఇక్కడ ఆగిపోతాయి. తరువాతి కార్యం ఇసుకవంటి ఐరువైన రేణువుల్ని తొలగించడం. ఇది ఇసుక అఱ (Grit Chamber)లో జరుగుతుంది. తరువాత మురికి నీటిని కుండీల్లో కొంత కాలం నిలువ ఉంచడం ద్వారా, సన్నని పదార్థాలు అడుగునకు దిగుతాయి. అవసరమంటే పడికవంటి పదార్థాలను కూడా కలుపుతారు.

పై పద్ధతులన్నింటిలో ఆకర్షన (Inorganic)

పదార్థాలే తొలగింపబడుతాయి. కాని మురుగులో నిజంగా అపాయకరమైంది, కర్చన ద్రవ్యమే. దీనిని నిర్మూలించడానికి జీవశాస్త్ర ప్రక్రియలను వాడుతారు. మురుగులోనికి గాలిని ప్రవేశింపజేస్తే, అనేక రకాల క్రిములు (Bacteria) పెరిగి కర్చనాన్ని వేగంగా తినివేస్తాయి. దీనితో మురుగు, అడుసు (Sludge)గా మారిపోతుంది. ఈ అడుసును ఇంకా నిరపాయంగా చేసి ఎరువుగా గ్రహిస్తారు.

చిన్న చిన్న గ్రామాల్లో ఈ విధంగా మురుగును శుద్ధి చేయు సాధనసామాగ్రిని సేకరించడం కష్టం. ఇట్టి పరిస్థితుల్లో మురుగును తొలగించడానికి కుళ్లుడు కుండీ (Septic Tank) లను వాడుతారు.

శుచి, శుభ్రత వ్యక్తులకు ఎంత అవసరమో సంఘానికి పరిసరాలకు కూడా అంతే అవసరం. అందువల్లనే నేటి నాగరిక ప్రపంచంలో ఈ బాధ్యతలను ప్రభుత్వం కూడా స్వీకరించింది. భారత దేశంలో ప్రజారోగ్యానికి సంబంధించిన ఇంజనీరింగ్ వ్యవహారాలను స్థూలంగా పరిశీలించడానికి నాగపూరులో కేంద్రీయ పరిశోధనా సంస్థను 1959లో నెలకొల్పారు. దీనికి అనుబంధంగా హైదరాబాదులో ఒక ప్రాంతీయ కేంద్రం కూడా ఉంది.

డా॥ దోమలపల్లి బాబురావు.

## 25.2. వాతావరణ కాలుష్యము (Environmental Pollution)

1958 సంవత్సరంలో ఢిల్లీ ప్రజలు ఆకస్మికంగా కామెర్ల వ్యాధికి గురి అయ్యారు. కారణాలను శోధించగా తేలింది ఏమిటంటే, ఢిల్లీ నీటిసరఫరా వజీరాబాద్ సమీపంలోని యమునానదినుండి జరుగుతుంది. అక్కడ నజ్ఫగడ్ ప్రాంతంలోని మురుగు

యమునా జలాల్లో కలిసింది. అంటే మురుగు నీటి వల్ల నదీజలాలు కల్మషమయ్యాయి. ఇదే విధంగా 1968లో మాంఘీర్ వద్ద గంగానది, పరిసరాల్లోని నూనెశుద్ధి కర్మాగారం నుంచి వెలువడ్డ పెట్రోలియం మురికివల్ల కలుషితమయింది. పర్యవసానం, నది

తగులడడం, మాంపీర్ పురజనులు ఒక వారం రోజులు స్వచ్ఛమైన నీరు లేకుండా బాధపడడం.

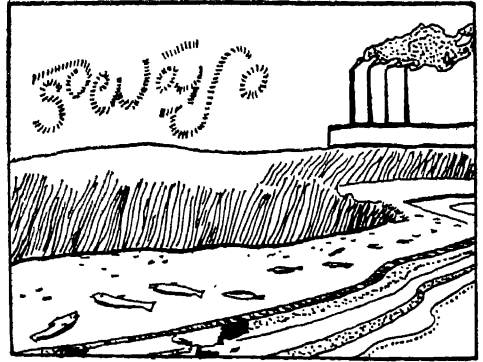
వివక్షణా రహితంగా మానవుడు చేసే కార్యాల వల్ల ప్రకృతి మనకు ప్రసాదించిన అమూల్యమైన సంపద ఎలా మరిచిపోతున్నదో గ్రహించడానికి పై రెండు ఉదాహరణములు చాలు. భూమి మీద గాని, నీటిలో గాని నివసించే ప్రతి ప్రాణికి వాతావరణం అవసరం. గాలి, నీరు, తిండి - ఈ మూడు ప్రాథమిక అవసరాలు. వీటిలో ఏదీ కలుషితమైనా మనకు విషమ సమస్యలు ఎదురు ఆవుతాయి.

**జలకాలుష్యం (Water Pollution) :**

ఇది పారిశ్రామిక యుగం. అన్ని దేశాల్లోనూ రోజురోజుకూ క్రొత్తక్రొత్త కర్మాగారాలు, నూలు, బొవడలు, నూనె, రబ్బరు, ప్లాస్టిక్, ఉక్కువంటి పదార్థాలను తయారుచేసే పరిశ్రమలు, వేగంగా విస్తరిస్తున్నాయి. పరిశ్రమలు దేశానికి శ్రేయోదాయకమైనా, తద్వారా ఏర్పడే సమస్యలను మనం గ్రహించాలి. ఉదాహరణకు హైదరాబాదులోని ప్రభుత్వ రంగానికి చెందిన మండుల కర్మాగారం (Synthetic Drugs Factory) నుంచి విడుదల అయ్యే మురుగు (Waste) లో సుమారు 70 రకాల రసాయన పదార్థాలు ఉన్నాయి. ఇందులో కొన్ని ఆమ్లాలు ఎంత తీవ్రమైనవి అంటే, ఆ మురుగులో ముంచితే వేళ్లు కాలిపోతాయి. ఇలాంటి పదార్థాలను శుద్ధి చేయకుండా నేలలో గాని, నీటిలో గాని వదిలితే ఎంత ప్రమాదమో ఊహించుకోవచ్చు. విష పదార్థాలు నదులద్వారా సరస్సుల్లోను సాగరగర్భంలోను కలుస్తాయి. వీటిలో తిరిగే చేపలు విషం తాకిడికి గురిఅవడమే కాకుండా, వాటిని తినే మానవులకు పక్షులకు జంతుజాలానికి కూడా ఆరోగ్య హాని జరుగుతుంది.

**జలకాలుష్యం వల్ల ప్రాణహాని :**

నదీ జలాలు చెడిపోవడానికి మరొక కారణం, నగరపాఠక సంస్థలు సరియైన మురుగు తొలగింపు



పటము 1. జలకాలుష్యం వలన ప్రాణహాని

పథకాలను అమలు పరచక పోవడం. ఢిల్లీలోని మురుగు పదార్థాలను యమునలో పడవేస్తే, నదికి దిగువగా ఉన్న ఆగ్రానగర పౌరులు ఆ మురుగు నీటినే త్రాగవంసి వస్తుంది. ఢిల్లీ, ఆగ్రా మధ్య జలాన్ని పరిశీలించగా శుద్ధత క్రమంగా తగ్గిపోతున్నదని వెల్లడి అయింది.

పారిశ్రామికంగా ఉన్నతస్థితిలో ఉన్న పాశ్చాత్య దేశాల్లో జలకాలుష్య సమస్య ఎంత తీవ్రరూపం దాల్చిందంటే కొన్ని ప్రదేశాల్లో పరిశ్రమల నుండి, నగరాలనుండి వెలికి తెచ్చి వదిలిన మురుగు మూలాన ఆక్కడి సరస్సులు పూర్తిగా మురుగెక్కినవి. జీవజాతి క్షయం చెంది చెరువుల్లోని నీరు అడుసు, రొంపిగా మారిపోయింది.

**వాయు కాలుష్యం (Air Pollution) :**

రసాయన కర్మాగారాల నుంచి ఇతర పరిశ్రమల నుంచి మురుగునీరే కాకుండా పొగ గొట్టాల (Chimneys) నుంచి అనేక రకాల ధూమాలు విడుదల అవుతాయి. పరిశ్రమల్లోనూ, విద్యుచ్ఛక్తి జనన యంత్రాల్లోనూ, తాపం కొరకు బొగ్గు, తైలం, ఇంధనాలు, విరివిగా వాడుతారు. బొగ్గు మండి నప్పుడు కార్బన్ మోనాక్సైడు, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్, థాతు పార్థ కణాలు, మసి, పొగ గాలిలోకి వస్తాయి. ఇదే విధముగా మోటారు కార్లలోనూ,

ఇతర అంతర్జ్వలన యంత్రాల ( Internal Combustion Engines ) లోనూ, పెట్రోలు వంటి ప్రైడ్రోకార్బను ఇంధనాలను, ఉపయోగిస్తారు. ఇవి మండినప్పుడు పై వాయువులే కాక, మండక మిగిలిన ప్రైడ్రో కార్బను మిశ్రమాలు కూడా గాలిలో చేరుతాయి. ఇక యంత్రాలలో జ్వలనం సక్రమంగా సాగడానికి సీసపు మిశ్రములను ఇంధనానికి కలుపుతారు. అందువల్ల కార్ల నుంచి వచ్చే పొగలో సీసపు కణాలు కూడా ఉంటాయి.

పైన వివరించిన కారణాల మూలంగా పారిశ్రామిక వాడల్లో, నగరాల్లో విషవాయు సాంద్రత హేచ్చుగా ఉంటుంది. పరిశ్రమలు, మోటారు వాహనాల సంఖ్య ఎక్కువైన కొద్దీ, ఈ విషవాయువుల స్థాయి కూడా ఎక్కువ అవుతుంది. మానవ జనితమైన ఈ వాయువులు వాతావరణంలో మార్పుచెంది ఓజోను నైట్రోజన్, పెరాక్సైడు, పెరాక్సీ ఆసిల్ నైట్రేట్లు (P.A.N.) అనబడే విషపదార్థాలు తయారయి రసాయనిక విషవలయం ఏర్పడుతుంది.

వాయు కలుషీకరణవల్ల వృక్ష సంతతికీ, మానవ జాతికీ హాని జరుగుతుంది. పైన పేర్కొనబడిన ఓజోను మొదలగు విషపదార్థాల మూలాల ఆకుల్లోని జీవకణాలు దెబ్బతిని, క్లోరోఫిల్ నాశనమై పెరుగుదల ఆగిపోతుంది. విషవాయువులవల్ల కళ్ళు, గొంతు, గుండెల్లో, మంట, నొప్పి కలుగుతాయి. హృద్రోగాలు, శ్వాసకోశ వ్యాధులు ఉన్నవారికి ఇది మరిహానికరం. ఈమధ్య ఒకసారి న్యూయార్కు, టోక్యో నగరాల్లో విషవాయు సాంద్రత పెరిగి ప్రజలు శ్వాసింపడం కూడా కష్టమై పోయింది. పరిస్థితులు ఈ విధంగానే ఉంటే మున్నుండు ముఖానికి కప్ప (Mask) లేకుండా బయటికి రావడానికి కూడా ఏలుండదేమో !

పాశ్చాత్య దేశాలలో పోలిస్తే, భారతదేశంలో ఉన్న పరిశ్రమలు, మోటారు కార్ల సంఖ్య చాలా తక్కువ. అయితే కాలుష్యపు పరిమాణాలను పోల్చిచూస్తే, చిత్రమైన విషయం గోచరమవుతుంది. కలకత్తా నగరంలో కార్బన్ మోనాక్సైడు స్థాయి న్యూయార్కులో కంటే ఒకటిన్నర రెట్లు ఎక్కువ. జర్మనీ, రష్యా దేశాల్లో వాతావరణంలో ఆమోద యోగ్యమైన సల్ఫర్ డై ఆక్సైడు పరిమాణం ఘనపు పీటరుకు 0.05 మైక్రోగ్రాములు కాగా ఢిల్లీలో కొలతల ద్వారా 0.71 అని తెలిసింది. ఏమిటి కారణం ?

ఇతర దేశాల్లోకన్న మన దేశంలో ధూళి సమ్మర్లం ఎక్కువ. 1970 లెక్కల ప్రకారం యూరపు దేశాల్లో చదరపు మైలుకు 150 మెట్రిక్ టన్నుల ధూళి ఉంటే, కలకత్తా నగరంలో దాని పరిమాణం 590 అని తేలింది. ప్రైడ్రోకార్బన్లు, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడు వంటి కాలుష్యకారక పదార్థాలకు ధూళి కణాలు వాహకాలుగా పనిచేస్తాయి. అందువల్ల మన నగరాల్లోని విషవాయుసాంద్రతకు ధూళి ఉనికి ఒక ముఖ్యమైన కారణం. ఇక రెండవ విషయం: మన మోటారుకార్లు చాలావరకు పాతవి. అమెరికాలో కార్లనుండి వచ్చే పొగలో ఒకటిన్నర శాతానికి మించి కార్బన్ మోనాక్సైడు ఉండరాదని చట్టం చేయగా, మన దేశంలోని చాలా కార్లు, లారీల నుంచి వచ్చే ధూమాల్లో ఇది పది శాతం వరకు ఉంటుంది. ఇందువల్లనే మన నగరాల్లో మోటారు బళ్ళ రద్దీ తక్కువైనా కాలుష్యంమాత్రం షికాగో, లండన్ నగరాలను మించిపోయింది. ఇది శోచనీయమైన విషయం.

**తుదిమాట :**

ప్రస్తుతం పాశ్చాత్య దేశాల్లో వాతావరణ పునరుజ్జీవనం ఒక జటిలమైన సమస్య. చట్టాల ద్వారాను, ప్రజల సహకారం వల్లనూ, కాలుష్యపు స్థాయిని

తగ్గించే ప్రయత్నాలు చేస్తున్నారు. స్వచ్ఛమైన గాలి, నీరు ప్రకృతి ప్రసాదాలుగా అందరికీ లభిస్తాయని ఆశాంక్ష. అణుగర్భాన్ని చేదించినా, రోదసీ యానం చేసినా, మానవ మేధస్సు ప్రకృతిని వ్యతిరేకిస్తే వినాశం తప్పదు. దినదినానికి పెరిగి పోతున్న కాలుష్యాన్ని గుర్తించి జీవనాధారభూతమైన వాతావరణాన్ని దిద్దుకొని బాహ్యంతర శుచి సాధించడం మానవజాతి మనుగడకు అవసరం. మాలిన్యరాహిత్యమే మానవుని భవిష్యత్తుకు పరమావధి.

ప్రధాని ఇందిరా గాంధీ అన్న ఈ క్రింది మాటలు అందరూ గుర్తుంచుకో దగ్గవి; “ఒకప్పుడు ఉచితంగా లభ్యమయ్యేవని చెప్పతూ ఉండే నీరు, గాలి ఇప్పుడు ఉచితంగా ఎంత మాత్రమూ లభ్యం కావని మనకు తెలుసు. ఎవరో ఒకరు వాటికి మూల్యం చెల్లించ వలసి ఉంటుంది. మనం అధిక వ్యయం అయినా భరించాలి; లేదా ఆరోగ్యం, శాంతి యుతమైన జీవనం దెబ్బతినడం మూలంగా సంభవించే నష్టాన్ని అయినా భరించాలి”.

డా॥ దోమలపల్లి బాబురావు.

## 253. భూ కంపములు-ఇంజనీరింగు నిర్మాణములు (Earthquake Engineering)

మానవుడు తన జీవితావసరాల కొరకు ఎన్నో రకాల కట్టడాలను నిర్మిస్తాడు. అనాది నుంచి భవనాలు, అనకట్టలు, వంతెనలు వంటి నిర్మాణాలు మానవ జాతి పురోగమనానికి చిహ్నాలుగా భాసిస్తూ వచ్చాయి. ఎంతో మేధాశక్తి, ధనం, కాలం, వెచ్చించి రూపొందించిన ఈ నిర్మాణాలు శాశ్వతంగా చరిత్రలో నిలువక పోయినా, కనీసం ఒకటి రెండు తరాల వారితైనా ఉపయోగపడే విధంగా నిర్మించడం ఇంజనీర్ల విధి, ఈ కర్తవ్య నిర్వహణలో ప్రకృతి మానవునికి ఎల్లప్పుడూ తోడ్పడదు. వరదలు, భూ కంపాలు వంటి బీభత్సాలకు ఆశీతంగా నిర్మించక పోతే కట్టడాలు కూలి పోవడమే కాకుండా ఎంతో ప్రజానష్టం జరుగుతుంది.

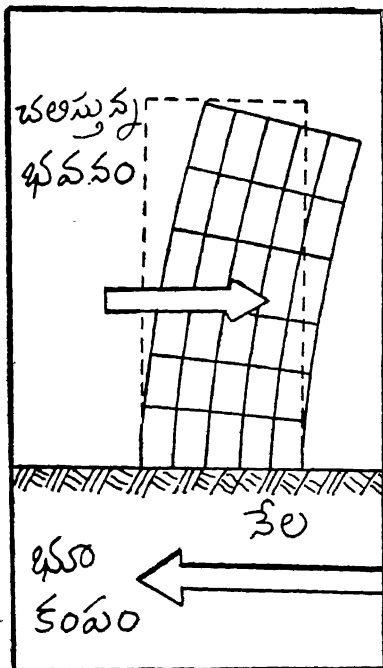
గడచిన రెండు, మూడు, దశాబ్దాల్లో సివిలు ఇంజనీరింగు సాధించిన మహత్కార్యాల్లో ఒకటి, భూకంపాలను అర్థం చేసుకొని వానికి అనుగుణంగా నిర్మాణాలను రూపొందించడం.

### భూకంపాలు :

భూ కంపాలు ఎలా వస్తాయి ? మన పురాణాల్లోని కథనం ప్రకారం భూ భారాన్ని ఆదిశేషువు తన పడగల మీద మోస్తుంటాడనీ, ఒక పడగకు నొప్పి కలిగినప్పుడు, ఇంకోక పడగ మీదికి బరువును మారుస్తాడనీ, ఈ మార్పిడి జరిగే సమయంలో భూమి అదురుతుందనీ, అనుకుంటారు. ఇలాంటి కట్టుకథ అమెరికాలోని ఆదిమజాతుల్లో కూడా ఉన్నది. అయితే నేటి భూకంపన శాస్త్రం ఎంతో విజ్ఞానాన్ని సమకూర్చింది. భూమిలోని రాతిపొరలు స్థానభ్రంశం చెంది దాని ఫలితంగా భూమియొక్క భాగం చలించడమే భూకంపం అని చెప్పుకోవచ్చు. కొన్ని అగ్నిపర్వత ప్రదేశాల్లో, భూగర్భంలోని శిలాద్రవం కదలి, భూమి కుదించుకొనుట వలన భూకంపాలు ఏర్పడే అవకాశం ఉంటుంది. వేర్వేరు ప్రదేశాల్లో భూకంపాలు వేర్వేరు కారణాల వల్ల వస్తాయనీ, అన్నిటికీ ఒకే కారణం ఉండనవసరం లేదనీ రూఢి అయింది.

### నిర్మాణాలపై ప్రభావం :

భూమి కంపించినప్పుడు లోనుంచి బ్రహ్మాండమైన శక్తి విడుదల అవుతుంది. ఈ శక్తి తరంగాల ద్వారా ఉపరితలానికి వ్యాపిస్తుంది. కంపనాలు అద్దంగా గాని నిలువుగా గాని ఉండవచ్చు. నిలువు కంపనాల ప్రభావం భవనాలపై ఎక్కువగా ఉండదు. అద్దపు కంపనాలే నిర్మాణాలను చలంప జేసి భయభ్రాంతిని కలిగిస్తాయి. భూకంపపు ప్రభావాన్ని అర్థం చేసుకోవాలంటే క్రింది ఉదాహరణను పరిశీలించ వచ్చు. ఒక బల్లపై భవనపు నమూనా (Model) ను నిర్మించి బల్లను కదలించండి, భవనానికి స్వతః సిద్ధంగా ఉన్న జడత్వం (Inertia) వల్ల అది నిశ్చల స్థితిలోనే ఉండేందుకు ప్రయత్నిస్తుంది. బల్ల ఒకవైపు కదలినప్పుడు భవనం మరొక వైపునకు వంగుతుంది. భవనం లోని కదలికలను పటం-1 సూచిస్తుంది.



పటము 1. భవనంపై భూకంపపు ప్రభావము

భూమి కదలికలకు అనుగుణంగా స్పందించ నప్పుడు గాని, తగినంతగా విరూపం (Deformation) చెందనప్పుడు గాని భవనం నష్టపడు తుంది. నిర్మాణాలు విచ్ఛేదనం (Breaking) కాకుండా వికృతి (Strain)ని సహించగల శక్తిని కలిగి ఉండాలి. భూకంప ప్రాంతాల్లో నిర్మించే ఇంజనీరింగు కట్టడాలు అన్నీ ఈ సూత్రాన్ని అనుసరించి నిర్మించబడతాయి.

జడత్వపు బలం, భవనం యొక్క ద్రవ్యరాశి (Mass)పైననుత్పరణము(Acceleration)పైనను ఆధారపడిఉంటుంది. భవనం, దాని పునాది దృఢంగా ఉంటే భవనపు త్వరణం భూమిలో భూకంపం ద్వారా ఏర్పడిన త్వరణానికి సమాన మవుతుంది. ఈ విధంగా భవనంపై ప్రయోగించబడిన, భూకంపపు బలాన్ని లెక్క కట్టవచ్చు. వాస్తవానికి భవనాలు గాని, పునాదులు గాని సంపూర్ణ దృఢత్వాన్ని పొంది ఉండవు. అందువల్ల నిజమైన భవనాల కంపనం (Vibration) భవనపు కంపన స్వభావాన్ని అనుసరించి ఉంటుంది.

స్పందన సిద్ధాంతం (Theory of Vibrations):

వీణలోని తీగను మీదినప్పుడు ఏ విధంగా వివిధ స్వరాలు ధ్వనిస్తాయో, అట్లే భూకంపపు తాకిడికి భవనం రకరకాల స్పందనలను అనుభవిస్తుంది. ఒకే బిగువు ఉన్న తీగ అయినా, పొడవును బట్టి అది పలికే స్వరం మారుతుంది. ఇదే విధంగా భవనం ఎత్తును బట్టి దాని డోలనం (Oscillation), ఆవర్తన కాలం (Period), పరిమితి (Amplitude) మారుతాయి. ఇట్టి నిర్మాణాల రూప కల్పనలో ముఖ్యమైన లక్షణం పౌనఃపున్యం (Frequency). వేర్వేరు భవనాలకు ద్రవ్యరాశి, ఆకార వికారాలు, స్థితి స్థాపక ధర్మాలను అనుసరించి వేర్వేరు ప్రాథమిక పౌనఃపున్యాలు

( Fundamental Frequencies ) ఉంటాయి. ఈ విషయాలను సమగ్రంగా అధ్యయనం చేసేది స్పందన సిద్ధాంతం. భూకంపాల వల్లగాని ఇతర యాంతిక స్పందనల (Mechanical Vibrations) వల్లగాని వచ్చే మార్పులను అర్థం చేసుకొన వలె నంటే సివిలు ఇంజనీర్లు స్పందన సిద్ధాంతాన్ని చదువుకోవాలి.

**రూపకల్పన పద్ధతులు :**

అనేక పరిశోధనాలయాల్లో భూకంప దర్శని (Seismograph) అనబడే పరికరాలు లభ్యమవుతాయి. భూకంపం వచ్చినప్పుడు తరంగాల అదటను వీటి సహాయంతో అనేక రెట్లు పెంచి రేఖాచిత్రంగా గీచి, భూకంపపు తీవ్రత, తరంగ ప్రసార కేంద్రము-ఇట్టి వివరాలను గ్రహించవచ్చు. వివిధ ఆవర్తన కాలాలు కలిగిన లోలకాలను భూకంప దర్శని ద్వారా లభ్యమైన రేఖా చిత్రాలలోని త్వరణం ప్రకారం స్పందింపజేసి, ఆ లోలకాల స్థాన భ్రంశం (Displacement) లేదా వేగం లెక్క కట్టవచ్చు. ఈ విధంగా ప్రతిభావనా వర్ణమాల (Response Spectrum) అనబడే రేఖా చిత్రాన్ని తయారుచేస్తారు. నేటిరూప కల్పనల్లో (Designs) ఈ రేఖా చిత్రం ఎక్కువగా ఉపయోగపడుతున్నది.

ఇంజనీరింగు నిర్మాణాల్లో భూ కంపాలవల్ల సంభవించే బీభత్సాన్ని నివారించాలన్నా, తగ్గించాలన్నా ఈ క్రింది అంశాలను గుర్తుంచుకోవాలి:

1. గట్టి నేల కన్న మెత్తని నేలలు భూకంపన తరంగాల తీవ్రతకు ఎక్కువగా గురి అవుతాయి. అందువల్ల మెత్తని నేలలపై భవనాలను గాని ఇతర నిర్మాణాలను గాని నిర్మించేటప్పుడు ప్రత్యేక శ్రద్ధ అవసరం. సన్నని ఇసుకనేలలు ద్రవీకరణం (Liquifaction) చెందవచ్చు. ఈ విషయాలను

పరిశీలించే భూగతి శాస్త్రం (Soil Dynamics) ఇటీవలి కాలంలో అభివృద్ధి చెందుతున్నది.

2. నిర్మాణ సామగ్రి తాంతవ్యము (Ductility)ను కలిగి ఉండాలి. ఇటుకల వంటి పెళుసు (Brittle) పదార్థాలను వాడరాదు.

3. భూకంపపు తాకిడి ఏ దిశనుంచి అయినా రావచ్చు. అందువల్ల నిర్మాణంలోని వివిధ భాగాలు అన్ని వైపులా సమాన సామర్థ్యాన్ని కలిగి ఉండాలి.

4) సంధానాల (Connections)ను జాగ్రత్తగా రూపొందించాలి. చట్రపు నిర్మాణాల (Framed Structures)లో గోడలు గట్టిగా బంధింపబడక పోతే గోడలు కూలి పోయే ప్రమాదం ఉంటుంది. ఒకవేళ భూ కంపం వల్ల భవనం కదిలితే, భవనమంతా ఏకంగా స్పందించాలి.

5. వీలైనంత వరకు భవనాల ప్లానులు (Plans) చదిరంగాను అనురూపం (Symmetrical) గాను ఉండాలి.

**భారతదేశంలో అభివృద్ధి :**

భవనాల విషయంలోనే కాకుండా, ఆనకట్టలు, వంతెనలు, నీళ్ళ టాంకులు, వంటి ఇతర నిర్మాణాలను కూడా భూకంపాల నుండి రక్షించడానికి ప్రత్యేక పరిశీలనం అవసరం. ఇటీవల మహారాష్ట్ర లోని కోయినా ఆనకట్ట, భూకంపం మూలాన, దెబ్బతిన్న విషయం అందరూ ఎరిగిందే. హిమాలయాలను ఆనుకొని ఉన్న ఉత్తరభారతంలోని కొన్ని ప్రాంతాల్లో ఇటీవలి కాలంలో పారిశ్రామికీకరణ మూలాన ఎన్నో నిర్మాణాలు కొనసాగుతున్నాయి. ఈ ప్రాంతాల్లో భూ కంపాలు వచ్చే అవకాశం ఎక్కువ. ధన నష్టం, ప్రాణనష్టం నివారించడానికి ప్రత్యేక శ్రద్ధ తీసుకోవడం అవసరం. ఈ దృష్ట్యా భారత ప్రభుత్వం ఉత్తర ప్రదేశ్ లోని రూర్కీ విశ్వ విద్యాలయంలో భూ



కంపపు ఇంజనీరింగులో పరిశోధన, శిక్షణ, నిమిత్తం ఒక విద్యాలయాన్ని (School for Research and Training in Earthquake Engineering) ఏర్పాటు చేసింది. ఇక్కడి ఇంజనీర్లు భారతదేశం విషయంలోనే గాకుండా కాక, ఇరాక్ వంటి విదేశాల్లో కూడా సలహాదారులుగా పని చేస్తున్నారు. 1982 వ సం॥లో భూకంపాలను తట్టుకొనే నిర్మాణాలకు ఉపయోగపడే నిబంధనావళి (Code)ని భారతీయ ప్రమాణక సంస్థ (Indian Standards Institution) తయారుచేసింది.

నిర్మాణాలపై భూకంపాల ప్రభావం గురించి మనకు ఈనాడు తెలిసింది తక్కువే అయినా, విజ్ఞానం రోజు రోజుకు ఎంతో అభివృద్ధి చెందుతున్నది. నేటి ఇంజనీర్లు ఎన్నో నూతన విశేషాలను ప్రవేశ పెట్టి, నిర్మాణాలను మరింత థద్రంగా రూపొందిస్తున్నారు, మానవ కల్యాణానికి ఇదే దారి.

డా॥ దోమలపల్లి బాబురావు



# యంత్ర సాంకేతిక శాస్త్రము

## 254. ఉ పో ధా త ము

ఇటీవల ఉద్యోగ సాధనమునకు ఉపయుక్త మగునట్లు విద్యావిధానమును మార్చవలయునని ప్రయత్నములు జరుగుచుండుట అందరికి తెలిసిన విషయమే. ఇట్టి విద్యావిధానమునందు అధికముగా సాంకేతిక పాఠ్యవస్తువులుండుట సహజము. ఇదికాక ఇప్పటి సాంకేతిక శాస్త్రీయ యుగము (Technological Era) లో ప్రతి ఒక్కరూ సాంకేతిక శాస్త్రమును గురించి తెలిసికొనుట ఎంతయు అవసరము.

సాంకేతిక శాస్త్రములో యంత్ర సాంకేతిక శాస్త్రము ఒక ముఖ్య విభాగము. దీనిని క్రింద కనుపరిచినట్లు రెండు భాగములుగ విభజించ వచ్చును.

- (1) శక్తి ఉత్పాదక శాస్త్రము (Power Generation).
- (2) యంత్రభాగముల రూపకల్పన నిర్ణయము (Design) మరియు వానిని స్వల్ప వ్యయముతో తయారుచేయు పద్ధతులు (Productivity).

మొదటి భాగమునందు ముఖ్యముగా క్రింద నుదహరింపబడిన పాఠ్యవస్తువులు వచ్చును.

(i) పెట్రోలు, డీసెల్ (ఆయిల్) మరియు గ్యాస్ ఇంజనులు మరియు ఆవిరి ఇంజనులు.

(ii) ఆవిరి మరియు వాయు టర్బైనులు.

(iii) ఇతర శక్తిఉత్పాదనా పద్ధతులు. రెండవ భాగమునందు ఈ క్రిందివి చేర్చ వచ్చును.

(i) వివిధ యంత్ర భాగములను తయారు చేయుటకై వాడు యంత్రములు.

(ii) తయారీ పద్ధతులు.

కారులు, బస్సులు మొదలగు రవాణాబండ్ల శాస్త్రమును మొదటి భాగమునందు కాని, రెండవ భాగమునందు కాని చేర్చవచ్చును.

ఈ పాఠ్యవస్తువుల ముఖ్యాంశములు క్లుప్తముగా ఇందు వివరించబడి యున్నవి. మన రాష్ట్రమందు భవిష్యత్తున పొచ్చుగా తెలుగునే బోధనభాషగా వాడుటకు నిర్ణయించినారు. కావున ఈ గ్రంథ మిందులకై మంచి ఉపయోగకారి కాగలదని ఆశించవచ్చును.

తెలుగున సాంకేతిక విషయములను చర్చించుట

ఇందలి రచయితల కందరికి ఇది మొదటి లేక రెండవ ప్రయత్నము కావచ్చును. అందునను ఇంగ్లీషు భాషలోని సాంకేతిక పదముల కన్నిటికి సరియైన మరియు సామాన్య ప్రచారములో నున్న

పదములు దొరుకుట కష్టము. కావున ఇందున్న తప్పొప్పులను పాఠకులు సహృదయముతో స్వీకరించగలరు.

ఆచార్య యన్. సిద్ధేశ్వర్.

## 255. శక్తి ఉత్పాదన ( Power Generation )

ఈనాడు మానవుని నవనాగరికత విద్యుత్ శక్తి వినియోగముపై పూర్తిగా ఆధారపడి యున్నది. శక్తి ప్రకృతిలో ఒక పదార్థ రూపమున లభించునది కాదు. దానిని ఉత్పత్తి చేయవలసినదే. విద్యుత్ శక్తిని ఎంత ఎక్కువగా మానవుడు ఉత్పత్తి చేసి వినియోగించుకొనునో అంత ఎక్కువగా సౌకర్యములను, మరియు సుఖ సంతోషములను పొందగలడు. అన్ని విధములైన శక్తుల కంటె విద్యుత్ శక్తిని సులభముగాను, మరియు పొదుపుగాను ఒక చోటి నుండి మరొక చోటికి రవాణా చేయవచ్చును. విద్యుత్ శక్తి ఉత్పత్తి చేయబడు విధానము సంక్షిప్తముగా దిగువ వివరింపబడినది.

### 2. శక్తికి మూలాధారములు (Sources of Energy):

ఈ క్రింద పేర్కొనబడిన శక్తి మూలాధారములు ప్రకృతిలో స్వయంసిద్ధముగా లభించుచున్నవి.

1. భూగర్భములో లభించు ఇంధనములు (Fossil fuels).

ఉదా :- బొగ్గు, నూనె, సహజవాయువు

2. జలపాతము (Hydro)

3. అణు విచ్ఛేదము (Fission) అణు సంయోగము (Fusion)

4. సూర్యుని కిరణాలు (Solar Rays)

5. పవనములు (wind)

6. సముద్రము యొక్క ఆటు పోటులు (Tides)

7. భూగర్భ ఉష్ణము. (Geothermal)

భూగర్భము నుండి లభించు ఇంధనములను యోగించి ఆవిరి, డీజిల్ మరియు వాయు శక్తి (Gas Turbine Power) కేంద్రములు విద్యుత్ శక్తిని ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి. ఎత్తున ఉండు నీటిలో గల స్థితిజశక్తితో జల విద్యుత్ కేంద్రములు పని చేయుచున్నవి. పరమాణువులోని అంతర్గత శక్తి నుపయోగించి అణు విద్యుత్ కేంద్రములు పనిచేయు చున్నవి. సూర్యరశ్మిలో నున్న ఉష్ణ శక్తిని సమీకరించి విద్యుత్ శక్తిని ఉత్పత్తి చేయుచున్నారు. పవనములలో నున్న శక్తిని గాలిమరల (wind mills) ద్వారా విద్యుత్ శక్తిగా మార్చుచున్నారు. ఆటు పోటుల సమయము నందు వచ్చు సముద్ర తరంగములలోని శక్తి నుపయోగించు జల విద్యుత్ కేంద్రములు కలవు. భూగర్భ

ములో లభించు ఆవిరి ద్వారా కూడ విద్యుత్ ఉత్పాదన జరుగుచున్నది.

పై నుదహరింపబడిన వివిధ ఉత్పాదక కేంద్రములు - రాసాయనిక, పీడన, అణు మరియు గతి శక్తులను - యాంత్రిక శక్తిగా మార్చును. విద్యుదుత్పాదన ఈ యాంత్రిక శక్తితో తిరుగు జనరేటర్ల ద్వారా జరుగును

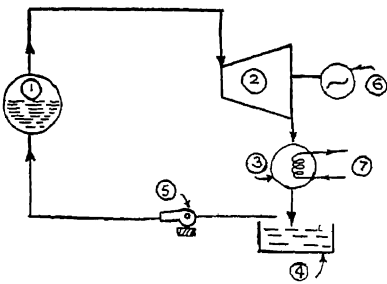
### 3. ఉత్పాదక కేంద్రములు (Power Stations)

ఈ కేంద్రములలో జనించిన విద్యుత్ శక్తిని రవాణా చేయుటకు రవాణా (Transmission) విభాగము మరియు వినియోగదారులకు ఇచ్చుటకు సరఫరా (Distribution) విభాగము అవశ్యకములు. ఈ వ్యాసములో కేవలము ఉత్పాదక కేంద్రముల గురించి సంక్షిప్తముగా వివరింపబడినది.

#### 3.1 ఆవిరి శక్తి కేంద్రము

(Steam Power Station)

ఆవిరి శక్తి కేంద్రము యొక్క వివిధ భాగములు. 1 వ పటములో నంబరువారిగా చూపబడినవి.



1 వ పటము

1. బాయిలర్ (Boiler) 2. టర్బైన్ (Turbine) 3. కండెన్సర్ (Condenser) 4. వేడి నీటి బావి (Hot Well) 5. ఫీడ్ పంపు (Feed Pump) 6. జనరేటర్ (Generator) 7. చల్లబరచుటకు నీరు (Circulating Water)

(71)

బాయిలర్ ఒక విధమైన పీడన పాత్ర (Pressure Vessel). ఇది ఇంధనములోనికి ఉష్ణశక్తి నుపయోగించి నీటిని ఆవిరిగా మార్చును. ఈ ఆవిరి లోని శక్తి విస్తరణము (Expansion) మూలముగా టర్బైన్ తిరుగుటవల్ల కలిగిన యాంత్రిక శక్తిని, విద్యుత్ శక్తిగా మార్చుటకు టర్బైన్ కు జనరేటరు తగిలించ బడినది. ఆవిరి తన యందున్న శక్తిని కోల్పోయిన తర్వాత టర్బైన్ నుండి బయటకు వచ్చును. దీనిని తిరిగి ద్రవీకరింపజేసి వాడినచో నీరు మరియు దానిని పరిశుద్ధము చేయుటకు కావలసిన ఖర్చులు తగ్గించ వచ్చును. కావున ఈ ఆవిరిని పుథాగా పోషివ్వకుండా తిరిగి వాడుటకు అనువుగా అనుకూలము చేయుటకు కండెన్సర్ (Condenser) అను ఉపకరణము (Device) వాడెదరు. ఈ ద్రవీకరించిన నీటిని కండెన్సేట్ (Condensate) అనెదరు. ఈ కండెన్సేట్ నంతా ఒక బావి యందు (Hot well) నిలువజేసి ఒక పంపు ద్వారా తిరిగి బాయిలర్ లోనికి పంపెదరు. ఈ పంపును బాయిలర్ ఫీడ్ పంపు (Boiler feed Pump) అనెదరు.

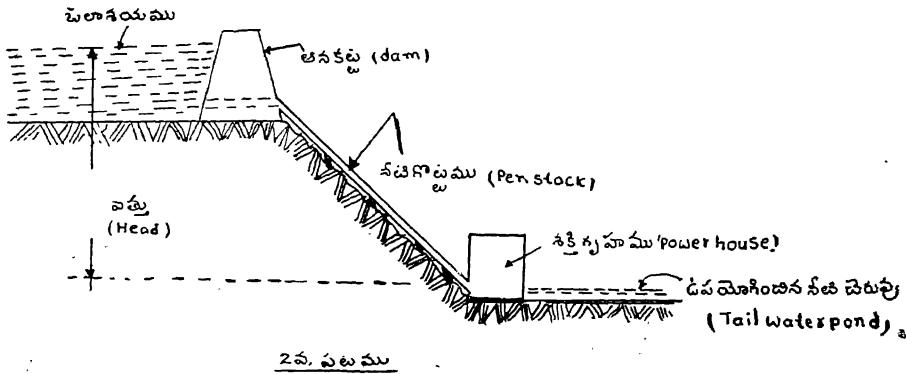
#### 3.2 డీజెల్ విద్యుత్ కేంద్రము

(Diesel Power Station)

ఆవిరి విస్తరణము మూలముగా టర్బైన్ తిరుగును. అదేవిధముగా దహనజనిత వాయువులను విస్తరింపజేసి డీజెల్ (Deael) యంత్రములను నడుపవచ్చును. డీజెల్ నూనెను ఆ యంత్రములోని సిలిండర్ (Cylinder) లో కాల్చినచో చాల వేడి గల దహన జనిత వాయువులు ఉద్భవింపును. డీజెల్ యంత్రము జనరేటర్ ను త్రిప్పటవల్ల యాంత్రిక శక్తి విద్యుత్ శక్తిగా మారును. డీజెల్ కేంద్రము ద్వారా మనము 4000 కిలోవాట్ల విద్యుత్ శక్తిని సులభముగా, పొదుపుగా మరియు శీఘ్రముగా ఉత్పత్తి చేయవచ్చును.

డీజెల్ విద్యుత్ కేంద్రమును ముఖ్యముగా ఈ ఈ క్రింద సుదహరింపబడిన ఉపయోగములకై వాడెదరు.

1. ఒక చోటు నుండి మరొక చోటికి సులభముగా తీసుకొని పోగల యూనిట్లు (Portable Generating Units).
2. సాధారణముగా పనిచేయక అవసరమైనప్పుడు మాత్రం పనిచేయు యూనిట్లు (Stand-by Units).
3. హెచ్చు శక్తి కావలసినపుడు మాత్రం పనిచేయు యూనిట్లు (Peak Load Units)
4. పెద్ద కేంద్రములలో ఎల్లప్పుడు వాడబడు యూనిట్లు (Primary source of Power in Large Power Plants).



### 3.3 వాయు శక్తి విద్యుత్ కేంద్రములు (Gas Turbine Power Stations)

డీజెల్ యంత్రము మాదిరిగానే, దహన జనిత వాయువు విస్తారము వల్ల గ్యాస్ టర్బైన్ తిరుగును. కాని, ఈ వాయువులు టర్బైన్ బయట ఉండు ఒక దహన గది (Combustion Chamber) లో జనిత మగును. ఈ దహన గదిలో నూనె లేక వదురు (Furnace Oil) ను పీడనము గల గాలిలో కాల్చినచో దహన జనిత వాయువులు

(Products of Combustion) లభించును. దీనిని ముఖ్యముగా విమానముల యందు వాడుచున్నారు. కాని డీజెల్ యంత్రమువలెనే దీనిని కూడ ఆత్యయికపు యూనిట్లు (Stand by Unit) మరియు భారసౌలభ్య యూనిట్ (Peakload Unit) గా వాడవచ్చును.

### 3.4 జలవిద్యుత్ కేంద్రములు (Hydro-Electric Power Stations) :

నీరు ఎత్తు ప్రదేశములలో అధికముగా లభించుచో జల విద్యుత్ కేంద్రముల ద్వారా విద్యుత్ శక్తిని ఉత్పత్తి చేయవచ్చును. జల విద్యుత్ ఉత్పాదన ముఖ్యముగా నీటి పరిమాణము మరియు నీటి మట్టము (Head) పై ఆధారపడి యున్నది. 2 వ. పటములో జలవిద్యుత్ కేంద్రము యొక్క వివిధ భాగములు చూపబడినవి.

నీటిని నిలువజేయుటకు ఒక ఆనకట్ట (dam) అవసరము. నిలువ చేసిన జలాశయమును ఫోర్ బే ట్యాంక్ (Forebay Tank) అనెదరు. ఇక్కడి నుండి నీటిని నీటి గొట్టము (Penstock) ద్వారా టర్బైన్ లోనికి పంపెదరు. ఈ నీరు తన స్థితిజ శక్తి (Potential Energy) చే టర్బైన్ చక్రములను (Vanes) తట్టి, అది తిరుగునట్లు చేయును. ఈ విధముగా నీటి యొక్క స్థితిజ శక్తి యాంత్రిక శక్తి (Mechanical Energy) గా మారును. టర్బైన్ కు జనరేటర్ ను తగిలించినచో యాంత్రిక శక్తి విద్యుత్ శక్తిగా మారును.

### 3.5 అణు విద్యుత్ కేంద్రము (Nuclear Power station) :

అన్ని ఉష్ణ విద్యుత్ కేంద్రము (Thermal Power stations) లోను ఇంధనముల (Fossil fuels) దహనము ద్వారా లభించు ఉష్ణశక్తిని యాంత్రిక శక్తిగా మార్చి, దానినుండి విద్యుత్ శక్తి పొందుచున్నాము. కాని ఈ ఇంధనముల నిలువలు (Reserves) హెచ్చుగా లేవు; మరియు తిరిగి లభించునవి కావు. కావున ఈ అమూల్యమైన ఇంధనములను నిలువ చేయుటకై శాస్త్రజ్ఞులు మరియు సాంకేతిక నిపుణులు వీటికి బదులుగా ఉపయోగించుటకై ఇతర వనరుల (Resources) కొరకు గట్టి ప్రయత్నములు చేయుచున్నారు. పరమాణువులోని శక్తి (Atomic Energy) - అణు విచ్ఛేదము మరియు అను సంయోగము ద్వారా లభించును. ఈ అణు విచ్ఛేదన మరియు సంయోగములు ఉష్ణమోచక క్రియలు (Exothermic reactions). యరేనియం, తోరియం, ప్లాటోనియం, మొదలగు రేడియో ధార్మిక పదార్థము (Radio-active materials) ల అణువుల విచ్ఛేదన, సంయోగ క్రియల ద్వారా అధిక ఉష్ణశక్తి లభించును.

ఈ అణువిద్యుత్ కేంద్రములో ఉష్ణశక్తి, ఆవిరి, విద్యుత్ కేంద్రములోవలె కొలిమి (Furnace)లో గాక అణురియాక్టర్లో రేడియో ధార్మిక పదార్థము యొక్క అణు విచ్ఛేదము వలన గాని లేక సంయోగము వలనగాని లభించును. ఇట్టి ఉష్ణశక్తిని గ్రహించుటకు ఒక విధమైన శీతల యానకము (Cooling medium) [ఉదా || గాలి, ఉదజని, బొగ్గుపులుసుగాలి ( $\text{CO}_2$ ), హీలియం, సోడియం, మిశ్రమ లోహములు, సేంద్రియ ద్రవాలు, (Organic Fluids, Light Water, Heavy water) మొ॥] వాడబడుచున్నది. ఈ శీతల

యానకము తాను రియాక్టర్ నుండి గ్రహించిన ఉష్ణశక్తితో నీటిని, ఉష్ణవినిమయ ఉపకరణము (Heat Exchanger) లో ఆవిరిగా మార్చును. అణువిద్యుత్ కేంద్రములోని ఉష్ణవినిమయ ఉపకరణము, ఆవిరి విద్యుత్ కేంద్రములోని బాయిలర్ (Boiler) వంటిది. ఆవిరి తన ఉష్ణశక్తితో టర్బైన్ ను త్రిప్పి విద్యుత్ శక్తిని ఉత్పత్తి చేయును. రేడియో ధార్మిక పదార్థముల వల్ల కలుగు అసాయములను నిరోధించుటకు రియాక్టరు చుట్టు ఒకరక్షణ కవచము (Shielding) ఏర్పాటు చేయబడును.

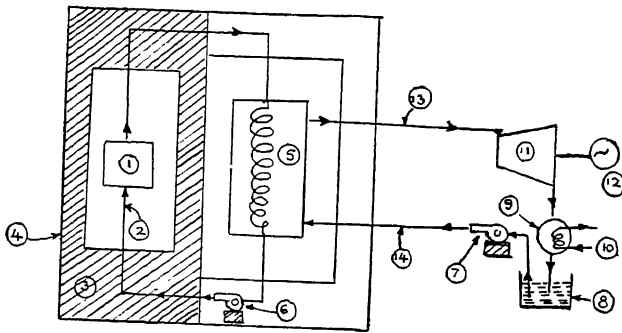
రియాక్టర్లు పలురకములు :-

- (1) మరిగే నీటి రియాక్టర్ (Boiling - water reactor),
- (2) ఒత్తిడి నీటి రియాక్టర్ (Pressurised water reactor),
- (3) ద్రవ్య లోహములచే చల్లబరచబడు రియాక్టర్ (Liquid metal reactor),
- (4) వాయువుచే చల్లపరచబడు రియాక్టర్ (Gas Cooled reactor).
- (5) ఫీస్ట్ బ్రీడర్ రియాక్టరు (Fast Breeder reactor)

రియాక్టర్ లోని వివిధ భాగములు :-

- (1) ఇంధనపు ఆంతర్భాగము, (Fuel core)
- (2) ప్రశమకము (Moderator)
- (3) కవచము (Shield)
- (4) ప్రతిఫలకము (Reflector)
- (5) పరి క్రియాపాత్ర (Reactor Vessel)
- (6) నియమన దండము (Control rod)
- (7) శీతల యానకము (Coolant).

అణు విద్యుత్ కేంద్రము యొక్క పై వివిధ భాగములు 3 వ పటములో చూపబడినవి.



రేవనపట్నము

- (1) రియాక్టర్ (2) శీతల యానకము. (Coolant) (8) కవచము (Shielding) (4) ప్రతిక్రియా పాత్ర (5) ఉష్ణ వినిమయ ఉపకరణము. (6) కూలెంట్ పంపు. (7) ఫిట్ పంపు (8) వేడినీటి బావి, (9) కంజెన్సర్ (10) చల్ల బదుటకు నీరు (11) టర్బైన్ (12) జనరేటర్ (13) ఆవిరి వైపు, (14) వేడి నీటి వైపు.

శీ సూర్య కిరణాలు, పవనములు మరియు సముద్రము యొక్క ఆటపోటుల నుండి ఉద్భవించే శక్తి అధిక వ్యయముతో కూడినది. అదియును గాక నీటినుండి జనించే శక్తి ఎల్లప్పుడు లభించదు.

సూర్య కిరణముల నుండి జనించు శక్తి, ముఖ్యముగా ఉష్ణప్రదేశములలో (Tropical Countries), అధికముగా లభించును. సూర్యకిరణములలోనున్న ఉష్ణమును సౌరసంచాయకముల (Solar Collectors) ద్వారా సమీకరించెదరు. ఈ సౌర సంచాయకములు ఒకవిధమైన లోహముతో చేయబడిన పెద్ద పళ్ళెములు (Discs). వీటి ద్వారా సమీకరించిన ఉష్ణముతో నీటిని మరిగించినచో ఆవిరి జనించును.

పవనములు కొన్ని ప్రదేశములలో కొన్ని సమయములందు అతి వేగముగా వీచును. వీటి

యందున్న గతిశక్తిని గాలిమరం (Wind mills) ద్వారా యాంతిక శక్తిగా మార్చవచ్చును. వీటి ద్వారా కూడ విద్యుత్ శక్తి అన్ని సమయములందు లభించదు.

సముద్ర తరంగములలో అధిక శక్తిగలదు. అన్ని తీర ప్రాంతములందు ఈ శక్తిని విద్యుత్ శక్తిగా మార్చజాలము. కేవలము దీని కనుకూలముగానుండు తీర ప్రాంతముల నుండి మాత్రమే వీటి ద్వారా విద్యుత్ శక్తిని పొందవచ్చును.

భూగర్భములో చాలా ఉష్ణము గలదు. ఈ ఉష్ణము ద్వారా భూగర్భజలము ఆవిరిగా మారును. గొట్టపు బావుల ద్వారా ఈ ఆవిరిని సేకరించి, విద్యుత్ శక్తిని ఉత్పాదన చేయవచ్చును. అన్ని ప్రాంతములలో ఇది సాధ్యము కాదు.

శ్రీ. జి. మదన్ మోహన్ రెడ్డి.

## 256. బాయిలర్లు - బాష్ప ఉత్పాదన

### 1. సంక్షిప్త చరిత్ర :-

బాయిలరు అను పదము ఆంగ్ల భాషలోని బాయిల్ (Boil) అను పదము నుండి ఉద్భవించినది. బాయిల్ అనగా మరగ బెట్టుట లేక ఉడకబెట్టుట. ఏది (నీటిని) మరగ బెట్టునో ఆ పాత్ర బాయిలరు. కావున బాయిలర్లు అనగా నీటిని మరుగబెట్టి ఆవిరిని ఉత్పత్తి చేయు ఉపకరణములు. ఈ ఆవిరిని శక్తి సుత్పత్తి చేయుటకు ఉపయోగింతురు. క్రి. పూ. 180 వ సం.న హిరో అను గ్రీకు దేశస్థుడు మొదటి సారిగా ఆవిరిని ఉత్పత్తి చేసి దాని శక్తిని చూపెట్టినాడు. తరువాత ఇటలీ దేశస్థులకు బాయిలర్లను గురించి తెలిసియుండ వలయునని పాంపే (Pompei) శిథిలముల వల్ల తెలియు చున్నది. మొదట, మొదట బాయిలర్లను ఇనుము, సీసము, కట్ట, ఇటుకలతో తయారు చేయుచుండిరి. కాని రానురాను హెచ్చు భారములవసర మైనందు వల్ల ఈ పదార్థములు సరిపోనందున ఉక్కు, మిశ్రమ లోహములతో బాయిలర్లను, తయారు చేయవారభించిరి. ఆరోజులలో 0.3 నుండి 2 కి.గ్రా./సెం.మీ<sup>2</sup> భారముతో ఆవిరిని ఉత్పత్తిచేయుచుండిరి. కాని తర్వాత భారీ ఆవిరియంత్రము (Compound Steam Engines) కు హెచ్చు భారము అవసరమై నందువల్ల 19 వ శతాబ్దములో 7 కి.గ్రా. / సెం.మీ.<sup>2</sup> వరకు ఉపయోగించబడెను.

### 2. నిర్మాణము :

దేని నిర్మాణమైనను దాని ఉపయోగముపై ఆధారపడి యుండును. బాయిలర్ యొక్క ఉపయోగము ఆవిరి సుత్పత్తి చేయుట, కావున బాయిలరు నందు నీటిని కాగబెట్టుటకు ఒక పాత్ర, వేడికిగాను కావలసిన ఇంధనమును ఉంచుటకు తగు

వసతి యుండవలయును. ఆవిరి హెచ్చు భారము కలిగియుండును; కనుక పాత్ర ఈ భారమును తట్టుకొను శక్తి కలిగి, అవిరిని బయటికి పోకుండు నట్లుంచవలయును. ఇంధనము మండుటచే కలుగు వెడి, బాయిలరులోని నీటిని చేరవలయును. ఇందు లకు కావలసిన రేకు విస్తీర్ణము (Heat transfer area) హెచ్చించినట్లైతే, బాయిలరు యొక్క కార్యదక్షత (Efficiency) మెరుగు చెందును.

### 3. విభజన :

బాయిలర్లను ఈ క్రింది విధమున రెండు తెగలుగా విభజించవచ్చును : 1. వాయుగొట్టపు బాయిలర్లు, 2. నీటిగొట్టపు బాయిలర్లు.

#### 3.1 వాయు గొట్టపు బాయిలర్లు :-

ఇందు ఇంధనము దహించగా కలుగు వాయువులను బాయిలర్ల గొట్టములవ్వారా పంపి, నీటిని గొట్టముల చుట్టూ ప్రవహింప జేయుదురు. ఇవి సాధారణముగా 15 కి.గ్రా./సెం.మీ.<sup>2</sup> భారమువరకు ఆవిరిని ఉత్పత్తి చేయును. వీటి ప్రత్యేక అనుకూల మేమన బాయిలరులోని అన్ని భాగములను సులభముగా మరమ్మత్తు చేసుకొనవచ్చును. ఈ రకమునకు ఉదాహరణములు :

(i) సింపిల్ ఎర్లికల్ బాయిలర్, (ii) లాంక మైర్ బాయిలర్; (iii) లోకోమోటివ్ బాయిలర్ (రైలు ఇంజనల్లో ఉపయోగించునది) (iv) స్కాచ్ మెరైన్ బాయిలర్ (స్టీమర్లలో అనగా నౌకలలో ఉపయోగించునది) వగైరాలు.

#### 3.2. నీటి గొట్టపు బాయిలర్లు :-

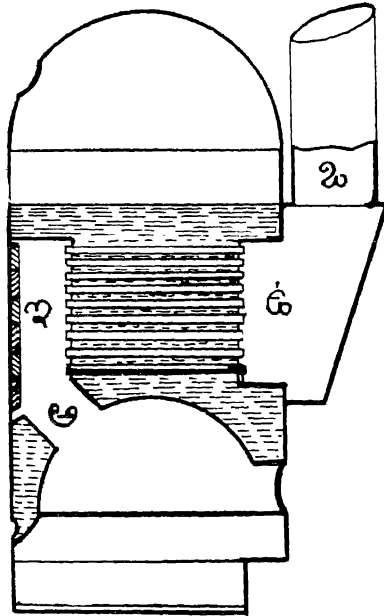
ఇందు నీటిని గొట్టముల ద్వారా ప్రవహింపజేసి, వేడి వాయువులను గొట్టముల బయట ప్రవహింప



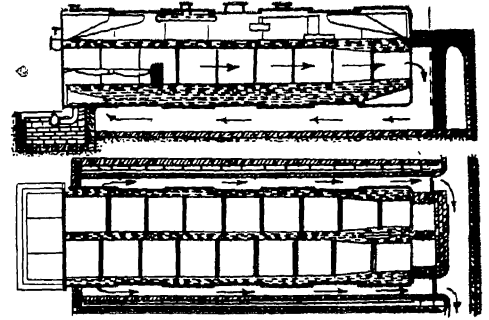
### 6.1 లోకోమోటివ్ బాయిలరు (Locomotive Boiler)

ఇదికూడ వాయుగొట్టపు బాయిలర్ల తెగకు చెందినది. (చూ: 2వ చిత్రము - పు. 1127) దీనియందు ఒక సమముగా నున్న (Horizontal) వృత్తాకారపుపాత్ర (అఅ) కలదు. దీనికి ఒకచివర వయర్ బాక్స్ (ఇఇ) మరొకచివర పొగపెట్టె (ఉఉ) యున్నవి. ఒక చివరినుండి మరొక చివరికి వేడి వాయువులను తీసికొనిపోవుటకు అడ్డముగ (సమముగ) నున్న గొట్టములు కొన్ని కలవు. ఇట్లు పోవునపుడు వేడి వాయువులు తమ వేడిని చుట్టునున్న నీటికిచ్చి అందునుండి ఆవిరిని ఉత్పత్తి చేయును. వాల్చు (వా) ద్వారా ఆవిరి బయటికి పోవును. పొగ గొట్టము (గొ) ద్వారా వాయువులు బయటికి పోవును.

వాయుగొట్టపు తెగకు చెందిన మరిరెండు బాయిలర్లను దిగువ చిత్రములలో చూడవచ్చును.



3 వ చిత్రము  
కాక్లస్ బాయిలరు

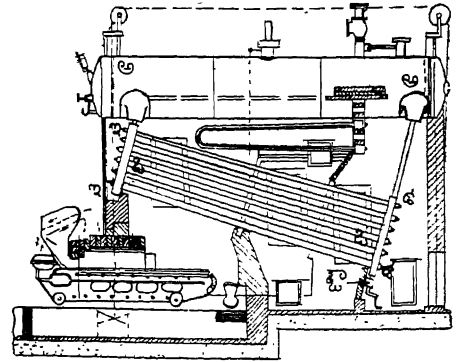


4 వ చిత్రము  
లాంకెషైర్ బాయిలర్

మనమిప్పుడు రెండవ తెగకు అనగా నీటిగొట్టపు బాయిలర్లను గురించి పరిశీలింతము.

7. బ్యాబ్‌కాక్ అండ్ విల్‌కాక్స్ బాయిలరు (Babcock & Wilcox Boiler). దీనిని 5 వ చిత్రమున చూడవచ్చును.

నీరు మరియు ఆవిరి యుండుటకు దీనియందు కూడ ఒక సమముగానున్న వృత్తాకారపు పాత్ర



5 వ చిత్రము

బ్యాబ్‌కాక్స్ అండ్ విల్‌కాక్స్ బాయిలరు (అఅ) యున్నది. దీనికి ముందు భాగమున యుండు ఆప్ డిస్క హెడ్డరులు (ఇఇ) ను, వెనక భాగమున యుండు డౌన్ డిస్క హెడ్డరులు (ఉఉ) తో, ఉక్కు గొట్టములు (ఒఒ) కలవు చున్నవి. ఈ గొట్టముల ద్వారా నీరు ప్రవహించును. ఇవి కొండము ఏటవాలుగ నుండుటచే నీరు ప్రవ

హీంచుటకు అనువుగ నుండును. ప్రతి డౌన్ డ్రేక్ హెడ్డు క్రింది భాగమున మట్టిపెట్టె (బ్లౌ) యున్నది. నీటిలోని మురికి మన్ను కలాంటి ఇతర పదార్థములు క్రిందికి దిగి ఈ పెట్టెలందు నిలిచి యుండును బ్లో ఆఫ్ వాల్వు తెరచినపుడు నీటితో కూడ ఈ పదార్థములు కొట్టుకొనిపోవును.

## 8. ఉపకరణములు (Accessories)

బాయిలరు ప్రయోజనకరముగ పనిచేయుటకు కొన్ని ఉపకరణములు అవసరము వీటి విషయమై క్రింద తెలుపబడినది.

### 8.1. నీటిని సరఫరాచేయుపంపు (Feed Pump)

బాయిలరులోనికి నీటిని కొంత భారముతో పంపవలయును. అందులకు ఇది ఉపయోగపడును. ఇది (i) రెసిప్రాకేటింగు కాని (ii) రోటరీ కాని (iii) ఇంజెక్షరు కాని అయిఉండవచ్చును. ఇవి విద్యుచ్ఛక్తివల్ల కాని, ఆవిరివల్ల కాని పనిచేయవచ్చును

### 8.2. ఎకనమైజరు (Economiser)

బాయిలరులోనికి వంపు నీటిని, ముందుగ ఇందులో వేడిచేసి పంపుటవల్ల బాయిలరు యొక్క కార్యదక్షత పెంచును. ఇందులకై, బాయిలరులో ఉపయోగించిన పీడప బయటివచ్చు, వేడివాయువులను ఉపయోగించుటవల్ల ఇంధనపు ఖర్చు తగ్గను

### 8.3. ఏర్ ప్రి-హీటరు (Air Pre-heater)

ఇది కూడ ఇంధనపు ఖర్చును తగ్గించి బాయిలరు యొక్క కార్యదక్షతను పెంచుచుటకు ఉపయోగపడును. ఇంధనము మండుటకు కావలసిన గాలిని బయటినుండి బాయిలరులోనికి పంపుటకు ముందు ఇందులో వేడి చేయుదురు. ఇందులకై కూడ బాయిలరు నుండి బయటకు వచ్చు వేడి వాయువులను ఉపయోగింతురు. ఈ విధముగా వృథాపోవు వేడిసహయోగించుట వల్ల బాయిలరు కార్యదక్షత పెంచును.

## 8.4. సూపర్ హీటరు (Super heater)

ఆవిరి హెచ్చు ఉపయోగకరముగ నుండుటకు, అందు నీటి బిందువులుండరాదు. మరియు అది హెచ్చు ఉష్ణోగ్రత కలిగి యుండవలెను. దీని కొరకై ఆవిరిని సూపర్ హీటరులో తిరిగి వేడి చేయుదురు. బాయిలరు కొలిమినుండి వెడలు వేడి వాయువుల నందులకై యుపయోగింతురు.

### 9.0. ఆధునిక మార్పులు :-

20వ శతాబ్దమునందు ఆవిరివల్ల నడుచు టర్బైన్లు (Steam turbines) కనిపెట్ట బడుటవల్ల హెచ్చు భారము (300 కి.గ్రా./సెం.మీ<sup>2</sup> కల ఆవిరి కావలసి వచ్చెను. ఇది నేటి ఆధునిక భారపు బాయిలర్లు (High Pressure Boilers) నిర్మాణానికి మార్గ దర్శకమైనది. వీటికి ఉదాహరణములు (i) బెన్ సన్ (Benson), (ii) వెలాక్స్ (Velox), లోఫ్లర్ (Loeffer) (iv) లమాంట్ (Lamont) మొదలైనవి.

సాధారణముగ బాయిలర్లలో రాక్షసి బొగ్గును గాని వర్మైన్ సూనెనుగాని ఇంధనముగ వాడుదురు. ప్రపంచ మంతటను వీటి వాడకము హెచ్చుగ నుండుటచే వీటి వెలు పెరిగి, కొంత ఏర్పడినది. ఈ పరిస్థితుల నెదుర్కొనుటకై శాస్త్రవేత్తలు వేడి నొసగే ఇతర ఇంధనములను కనుగొనుటకు ప్రయత్నించిరి. ఇంకనూ ప్రయత్నించుచున్నారు. వీటి ఫలితములలో నొకటి అణు విభజన (Nuclear Fission) వలన కలుగు వేడి. దీని సహయోగించి ఆవిరిని తయారు చేయవచ్చును. అట్టి అణుశక్తి కేంద్రములు భారత దేశమందు (i) ట్రంబే (Trombay), (ii) తారాపూర్ (Tarapore), (iii) మద్రాసు (Madras) మొదలగు చోట్ల నెలకొల్పబడినవి. వీటికి మొదటి ఖర్చు చాలా హెచ్చుగ నున్నను, తరువాత ఖర్చు స్వల్పము.

క్రి॥ పూ॥ న హీరో తయారు చేసిన బాయిలరు నుండి ఆధునిక అణుశక్తి బాయిలరు వరకు అభి

వృద్ధి కావటంతో, శాస్త్రవిజ్ఞానము (Science), సాంకేతిక విజ్ఞానము (Technology) ఎంతో ఉపయోగపడినవి. కాని అప్పటినుండి ఇప్పటివరకూ అన్ని బాయిలర్లలోను ఉపయోగించిన సిద్ధాంతము మాత్రము ఒకటే. అది ఏమన, వేడి నుపయోగించి (నీటినుండి) ఆవిరిని తయారు చేయుట, ఆ ఆవిరిని శక్తిదాయక సాధనము (Power Plant) లందు

ఉపయోగించుట.

ఏ ఇంజనీయరింగు పరిశ్రమకైనను శక్తి అత్యవసరము. కనుక అట్టి శక్తిని పుట్టించుటకు కావలసిన ఆవిరి నొసగు బాయిలర్ల ముఖ్యవశ్యకత గురించి వేరే చెప్పనవసరము లేదు.

ఆచార్య యన్. సిద్ధేశ్వర్.

## 257. టర్బైను యంత్రములు (Turbo machinery)

### 1. చరిత్ర :-

మానవుని ఈహాశక్తి పెరిగినకొలది మెరుగైన యాంత్రిక శక్తులను పొందుటకు అవకాశములు పొచ్చు కాజొచ్చెను. పలురకములైన అంతర్దహన యంత్రముల ఉపయోగములు చాలవరకు ఇప్పటికే అందరికిని విదితాలైనవి. దహనవాయువు నుపయోగించు టర్బైను, అంతర్దహనయంత్రములచరిత్రలో, చాల పిన్న వయసుది. ఇది అన్ని విషయములందును మిగత అంతర్దహన యంత్రములను పోలి యున్నను, పనిచేయు విధమునందుమాత్రము ఆవిరి నుపయోగించు టర్బైనువలె సర్వకాల నిరంతర ప్రవాహమును (Steady state continuous flow) కలిగి యున్నది. మిగిలిన అంతర్దహన యంత్రములందువలె ఇందుగూడ గాలిని వీల్చుకొనుట, సంకోచపరచుట, దహనము, వ్యాకోచము మొదలగు నాలుగు స్థితులును అమరియున్నను, అవి అన్నియు ఒక దానివెంట ఒకటి వేర్వేరు పరికరములందు జరుగుచుండును.

ఈ టర్బైను యొక్క ఉపయోగావకాశములను మొట్టమొదటి సారిగకనుగొన్నవాడు ఇంగ్లీషు శాస్త్రవేత్త జాన్ బార్బర్ (క్రి.శ. 1791). మొట్ట

మొదటిసారిగ ఇతడు ఈ టర్బైనును ఉపయోగించు విధమును విపులీకరించ గలిగెను.

తరువాత క్రి.శ. 1894 లో రేనే ఆర్మన్ గోడ్ మరియు చార్లెస్ లేమెతే అను ఇద్దరు ఫ్రెంచి శాస్త్రవేత్తలు ఒక టర్బైనును నిర్మించి అది తృప్తికరముగా పనిచేయు విధమును చూపగలిగిరి.

దాని తర్వాత చాల కాలము వరకు దీని పురోభివృద్ధి నిలిచి పోయెను. మరల 1989 లో బ్రౌన్ బేవరీ కంపెనీవారు 4000 కిలో వాట్లకు ఉత్పాదక శక్తిగల టర్బైనును నిర్మించి పేరు, ప్రతిష్ఠలను గడించిరి.

ఇది ప్రథమదశలో త్వరితగతిని అభివృద్ధి చెందక పోవుటకు ముఖ్యముగా రెండు కారణములు కనబడుచున్నవి. మొదటిది: ఎక్కువ దక్షత (Efficiency) తో వాయువును కుదించు (Compress) చేయగల పరికరములు వృద్ధి కాకపోవుట, రెండవది: ఈ టర్బైనులందు తటస్థపడు అధిక ఉష్ణోగ్రతలను తట్టుకొన గల లోహనమదాయము లేక పోవుట. కాని శాస్త్రపరిజ్ఞానము వృద్ధిగాంచిన కొలది ఈ రెండు అడ్డంకులును తీరిపోవుటచేసుమారు 1980 ప్రాంతములనుండి ఈ టర్బైనులు ఎక్కువ వాడుక

లోనికి వచ్చినవి. ముఖ్యముగా ప్రస్తుత మున విమానయానము, యుద్ధ విమానములు, అంతర్గోళయానములు సాధ్యమగుటకు ఈ టర్బైను యొక్క అధికశక్తియే ఎంతేని తోడ్పడుచున్నది.

## 2. అధికము :-

ఈ టర్బైనులను ఇతర దహన యంత్రములతో పోల్చి చూచిన ఎన్నియో విధముల లాభములు స్ఫురింపగలవు. అందులోని కొన్ని ముఖ్యమైనవి క్రింద పొందుపరుపబడినవి.

i. ఇవి జనింపజేయు శక్తిని బట్టి పోల్చినచో చాల తేలికైనవి, తక్కువ స్థలమును కోరునవి. అందుచేత వాయుయానమునందు అత్యంత సమర్థతను ప్రదర్శించుచున్నవి.

ii. వీని జీవిత కాలము (Service - Life) ఇతర దహన యంత్రముల కంటె చాల ఎక్కువ. కావున రక్షణశాఖయొక్క పరికరములందు ఇవి ఎంతేని ప్రయోజనకారులు కాగలవు.

iii. ఇందు వివిధ రకములైన ఇంధనాలైలము (Fuel) లను ఉపయోగింప వీలగును. యుద్ధ సమయములందు వీడియైన ఒక ఇంధన పదార్థము అరుదైనపుడు ఈ టర్బైను నిరుపయోగము కాన క్కర లేదు.

iv. ముషలకము నుపయోగించెడు యంత్రము లందు కందెన (Lubricant) యొక్క అవశ్యకము ఎక్కువగా నుండునని తెలిసిన విషయమే. అవిరి నుపయోగించెడు టర్బైను నందువలె దీని యందు గూడ కందెన యొక్క అవశ్యకము చాల తక్కువ.

(v) ఈ టర్బైనులు పనిచేయునపుడు అనుకోని అవాంతర భంగపాటులు కలుగుటకు అవకాశములు చాల తక్కువ. అందుచేత విమానయానము నందును, సముద్రయానము నందును, రక్షణశాఖ వాహనములందును, ఎక్కువ నమ్మికతో పనిచేయ గల దక్షతను ఇవి ప్రదర్శించుచున్నవి.

vi. ఇందు రాపిడికి ఎక్కువగా అవకాశము నిచ్చు పరికరములు తక్కువ. మరియు కుడుపులు (Vibrations) చాల తక్కువ. కాని ఇందు వాయువు అధిక వేగముతో ప్రవహించు చుండుటచే పెద్ద ధ్వని కలిగే ఇబ్బంది మాత్రము ఉన్నది.

ఏది ఎట్లున్నను ఈ టర్బైనులు వానియొక్క బరువు, పరిమాణము మరియు సామర్థ్యముల బట్టి అధికవేగముగల రాకెట్టులందును, విద్యుజ్జ్వలక కర్మాగారము లందును, చివరకు రోడ్డు రవాణా వాహనములందు గూడ పనిచేయుటకు పోటీ లేని విగా ప్రసిద్ధిగాంచినవి.

## 3. పనిచేయు విధము :-

ఇప్పుడు ఈ టర్బైనులు పనిచేయు విధమును గురించి కొంత తెలిసికొనట సమచితము.

క్రీ.శ. 1878 లో బ్రేటన్ అను శాస్త్రవేత్త కొంత గాలిని ఒక కంప్రెసరు ద్వారా సంకోచ పరచి, అధికవత్తిడి గల ఈ గాలిని ఒక ఫయర్ బాక్స్ లోనికి పంపి అందు ఇంధనమును ప్రవేశపరచి ఈ రెండును దహన మగునట్లు చూచెను. ఈ దహన వాయువులు, అధిక ఉష్ణోగ్రతను, అధిక వత్తిడిని గలిగియుండెను. వీనిని టర్బైను బ్లేడు లందు వ్యాకోచపరచి ఆ దహన వాయువులందుగల శక్తిని యాంతికశక్తిగా మార్చ గలిగెను. ఈ పద్ధతియే దహన వాయు టర్బైనులందు చివరకు ఉపయోగింపబడినది. కాని దహనము జరుగు పద్ధతి మాత్రము రెండు విధములుగ జరుప వచ్చును.

i. వత్తిడిని ఒకే మాదిరి (Constant Pressure) గ ఉంచి దహనము జరుపుట.

ii. వాయు పరిమాణము ఒకే విధము (Constant volume) గ నుండునట్లు చూచుచు దహనము జరుపుట.

ఈ రెండు పద్ధతులందును మొదటి పద్ధతియే ఎక్కువ ప్రచారములోనికి వచ్చి ఆదరింపబడినది.

పరిసరములనుండి తీసికొనబడిన గాలిని సెంట్రీ ఫ్యూగర్ కంప్రెసరు ద్వారాగాని, యాక్సియల్ ఫ్లో కంప్రెసరు ద్వారాగాని అధిక వత్తిడికి కుదించి, దానిని ఫయర్ బాక్స్ లోనికి పంపుదురు. ఇందులో నికి ఇంధనమును ఇంజెక్షన్ ద్వారా చక్కని స్పే రూపమున పంపెదరు. ఈ ఇంధనము అధిక ఉష్ణో గ్రత, వత్తిడిగల గాలి సహాయముతో దహనము చెంది మిక్కిలి అధికమైన ఉష్ణోగ్రతను, శక్తిని కలిగిన దహన వాయువులుగా మార్పును పొందును. ఈ దహన వాయువులను టర్బైను బ్లేడుల ద్వారా వ్యాకోచపరచి, ఇందలి శక్తిని యాంత్రికశక్తిగ పరివర్తన చేయనగును. కంప్రెసరునకు కావలసిన యాంత్రిక శక్తిని ఇచ్చుటయేగాక హేచ్చు యాంత్రికశక్తిని ఈ టర్బైను అందజేయును.

దహన వాయువుల యొక్క వ్యాకోచము టర్బైను స్టేజీలందు రెండు విధములుగ జరుప వీలుకలదు. ఈ పద్ధతులను బట్టి టర్బైనులను ఇంపల్స్ మరియు రియాక్షన్ టర్బైనులుగా విభజించవచ్చును. ఇంపల్స్ టర్బైనులలో ఒకస్టేజి యందు ఒక నాజిల్ వరుస, యొక రోటర్ బ్లేడు వరుస, అమర్చబడి యుండును. నాజిల్ వరుసలో వాయువు యొక్క ఎంథాల్పీ శక్తి, చలనశక్తి (Kinetic Energy) గా మార్చబడును. వాయువులు రోటర్ బ్లేడులందు ప్రవహించునపుడు ఈ చలనశక్తి నుపయోగించి బ్లేడులు మిక్కుట మగు వేగముతో తిరుగునట్లు చేయును. ఆ విధముగ టర్బైను షాఫ్టునకు యాంత్రికశక్తి లభించుచున్నది.

#### 4. టర్బోజెట్ మరియు టర్బోప్రాప్ :

ఈ టర్బైనుబ్లేడులందు ప్రవహించిన వాయువులు ఇంకను మిక్కుటమగు శక్తిని గలిగి యుండును. ఈ శక్తి వృథా కాకుండుటకై బ్లేడులనుండి బయటికి వచ్చు వాయువులను ఒక నాజిల్ గొట్టము ద్వారా బయటికి పంపినచో మిక్కుటమగు చలనశక్తి గల

జెట్ రూపములో, ఇవి పరిసరములలోనికి ప్రవహించును ఈ సందర్భములో ఈ జెట్, టర్బైను యూనిట్ నకు రియాక్షను ఇచ్చుచు, దానిని ముందుకు నెట్టు శక్తినిచ్చును. ఈ పద్ధతి నుపయోగించు నపుడు దీనిని టర్బో జెట్ వాహనమని వ్యవహరించురు.

అంతియేకాక. ఈ టర్బోజెట్ యూనిట్ నకు ముందున ఒక ప్రొపెల్లరు నుపయోగింప వీలగును. వాహనము ముందునకు దూసుకొని పోవుటకు ఈ ప్రొపెల్లరుయొక్క ట్రోపుడు (Thrust) గూడ ఉపయోగింపబడిన యెడల దీనిని టర్బోప్రాప్ అని అందురు.

#### 5. అనుబంధ పరికరములు :

ఈ టర్బైను యంత్రముల కార్యదక్షత (Efficiency) మరియు ఇంధనపు పొదుపు శక్తి (Fuel Economy) సామాన్య యంత్రమునందు తక్కువగా ఉండును. ఈ రెండు విషయములందును అభివృద్ధి గడించుటకు సామాన్య యంత్రము (Simple-turbine) నకు కొన్ని అనుబంధ పరికరము (Accessories) లను జోడించుట పరిపాటి, కంప్రెసరునకు కావలసిన యాంత్రిక శక్తిని తగ్గించుటకు, కంప్రెసరును రెండుమూడు స్టేజీలలో నిర్మించి, ఒక స్టేజీకి మరియు ఒక స్టేజీ మధ్య ఇంటర్ కూలర్ ను ఏర్పరచిన యెడల, కంప్రెసరు నకు ఇవ్వవలసిన యాంత్రిక శక్తిని తగ్గింపవచ్చును. అటులనే టర్బైనును గూడ రెండు మూడు స్టేజీలలో నిర్మించి, ఒక స్టేజీకి మరియు ఒక స్టేజీ మధ్య రీహీటర్ ను ఉపయోగించిన యెడల టర్బైను ఎక్కువ యాంత్రిక శక్తిని ఇవ్వగలదు. టర్బైను నుండి బయటకు వెడలు వాయువులందు ఇంకను ఉష్ణోగ్రత హేచ్చుగానే ఉండును. ఈ వాయువులను అటులనే పరిసరములకు వదలి వేసిన అందలి ఉష్ణశక్తిని అవి కోల్పోవును. అందుచేత ఈ

వాయువులను ఒక పీడ్ ఎక్స్ప్లంజర్ ద్వారా పంపి, కంప్రెసరు నుండి బయల్పెడలు చున్న గాలిని వేడి పరచటకు ఉపయోగించవచ్చును. అట్లు చేయుటచే ఈ గాలి అధిక ఉష్ణశక్తిని గలిగియుండి ఫయర్ బాక్స్ యందు తక్కువ ఇంధనము సహాయముతోనే గరిష్ఠ ఉష్ణశక్తి స్థితిని పొంద వీలగును. ఇందు వలన కొంత ఇంధనమును పొదుపుచేయ వీలగును.

ఈ అనుబంధ పరికరములను ఉపయోగించి సామాన్య టర్రైను యంత్రమును మిక్కిలి సామర్థ్యముగల యంత్రముగ మార్చ వీలు కలిగినది.

ఈ టర్రైను యంత్రము మానవుని హిహ శక్తికి తార్కాణమై, పరిపరి విధముల శాస్త్ర విస్తృతికి దోహదకారి కాగలుగు చున్నది.

శ్రీ సి. ఎమ్ వరప్రసాద్.

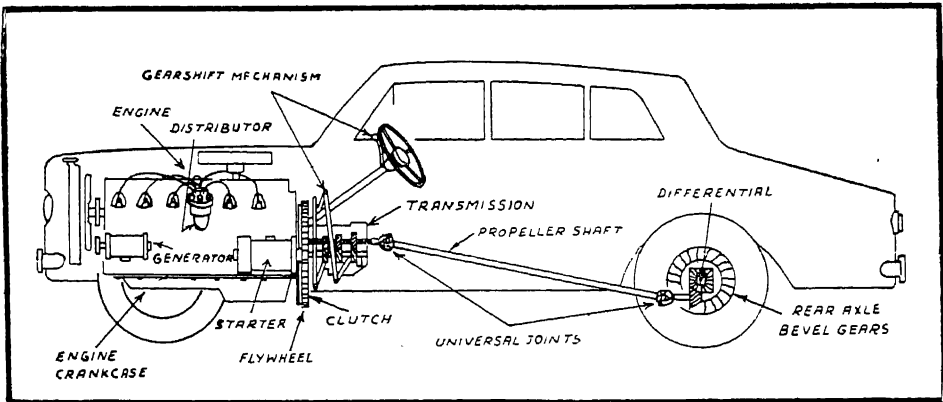
## 258. ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగ్

### 1. చరిత్ర :-

ఆటోమొబైల్ అంటే స్వశక్తితో నడిచేది అని సామాన్యార్థం. కాని వాడుకలో ఈ పేరు రోడ్లపై నడిచే మోటారు వాహనాలకే వర్తిస్తుంది. మోటారు కార్ల డిజైన్, ఉత్పత్తి, మైనిస్టెన్స్, రిపేర్లు మొదలైన విషయాల సాంకేతిక శాస్త్రమే ఆటోమొబైల్ ఇంజనీరింగ్.

ఆటోమొబైల్ అనే చిన్నకారు ఫ్రాన్స్లో ఆవతరించింది (1769). ఎన్. జె. క్యూనో (N. J. Cunot) నిర్మించిన ఆ ఛారి వాహనం

ఆవిరియంత్రకత్తితో, మూడు చక్రాల మీద, గంటకు రెండుపావు మైళ్ల వేగంతో నడిచింది. పెట్రోల్ ఇంజన్ చే నడపబడే కార్లను కార్ల బెంజ్ (1885), గోడ్లిట్ డాప్లర్ (1888) జర్మనీలో నిర్మించారు. అమెరికాలో ఫోర్డ్ మోటారు సంస్థ 1908 లో స్థాపించబడింది. నేటి గొప్ప ఇంజనీరింగ్ పరిశ్రమల్లో కార్ల నిర్మాణం అగ్రశ్రేణిన ఉంది. ప్రపంచంలో ఏదీదా దాదాపు రెండుకోట్ల కార్లు తయారవుతున్నాయి. అమెరికాది అగ్ర స్థానం. జపాన్, పశ్చిమ జర్మనీ, మొదలైన సంపన్న దేశాలు లక్షలాది కార్లను నిర్మిస్తున్నాయి.



పటము-1

## 2. ఆధునిక ఆటోమొబైలు :

యాంత్రిక వివరాలు (చూ. పటము 1.)

### 2. (1) ఛాసిస్ :-

ఆటోమొబైల్ నుంచి బాడీని మినహాయిస్తే మిగిలేది ఛాసిస్ ఇంజను, ట్రాన్స్మిషన్, ఇరు సులు, చక్రాలు, స్టీరింగ్ గేర్, సస్పెన్షను-అనేవి ఛాసిస్ యొక్క భాగాలు. వీటిని □ లేక ▢ ఆకారపు సెక్షన్ గల ఉక్కు కమ్మీల ఫ్రేమ్ (చట్రం) కు బిగించడం సాంప్రదాయం, ఛాసిస్ ఫ్రేమ్ కారుకు వెన్నెముక వంటిది. ఇంజన్ మొదలైన ఇతర భాగాలని భరించడమే గాక, గమనంలో ఇంజన్ నుంచి, చక్రాల నుంచి, ప్రసారమయ్యే బల, ప్రతి బలాలను ఇదే ఎదుర్కొని కారు శరీరాన్ని కాపాడు తుంది. కొత్త డిజైన్లలో ఈ ఫ్రేమ్ కు మారుగా కారు శరీరాన్నే ఎక్కువ పటిష్ఠం చేయడం మొదలైంది.

ఆధునిక డిజైన్ లో ముఖ్యనినాదం సమగ్రత (ఇంటిగ్రేషన్). భాగాలను, వేర్వేరుగా రూపొందించి కూర్చుడానికి మారుగా, ప్రతి విడి భాగం డిజైన్ నూ, అమరిక, మొత్తం కారు యొక్క ప్రధాన డిజైన్ సూత్రాలని అనుసరించి ఉండడమే సమగ్రత. ఎలక్ట్రానిక్ డిజిటల్ కంప్యూటర్ ఈ పద్ధతిని సాధ్యం చేసింది.

### 2. (2) ఇంజన్ :-

ఆటోమొబైలులలో వాడేవి దాదాపుగా అన్నీ పెట్రోల్ ఇంజన్లే, కారు అవసరాల దృష్ట్యా ఇంజన్ తేలికగా, పొందికగా, చవకగా ఉండాలి; అనేక స్పీడుల వద్ద శక్తిని ఉత్పాదన చేయాలి. చప్పుడు, ఆదురు (ప్రకంపనము) తగ్గించడానికై కనీసం నాలుగు సిలిండర్లు ఉండి, ఎక్కువవేగంతో తిరిగే (నిమిషానికి 4,000-6,000 పరిభ్రమణాలు) ఇంజన్నని వాడుతారు.

ఇంజన్ హార్స్ పవర్-క్రేంక్ షాఫ్ట్ పరిభ్రమణ వేగం సిలిండర్ల సంఖ్య, సిలిండరులోని సరాసరి

వాయు భారము (మీన్ ఎఫెక్టివ్ ప్రెషర్) లపై-ఆధార పడుతుంది.

అమెరికన్ కార్లకు హార్స్ పవర్ 250-350 మధ్య ఉండడం సామాన్యం; ఇప్పుడక్కడ వస్తున్న కొన్ని 'చిన్న' రకం కార్ల హార్స్ పవర్ వంద లోపు. ఇతర దేశాల కార్ల హార్స్ పవర్ 19 నుంచి 120 వరకు ఉంటుంది. ఇక ప్రభుత్వమువారు పన్ను విధించే నిమిత్తం లెక్కకట్టే పద్ధతిలో, వేరొక విధపు హార్స్ పవరు కూడ వాడుకలో ఉన్నది, అది కేవలం సిలిండర్ల 'లోవ్యాసం' (Bore) సంఖ్య లను మాత్రమే పరిగణిస్తుంది. ఇది నిజమైన హార్స్ పవర్ కంటే చాలా తక్కువగా ఉంటుంది.

ఇంజన్లు కారునకు ముందు వైపు ఉండడం మామూలు. జర్మన్ కారు-ఫోక్స్ వాగన్ (Volks wagen)-లో మాత్రం ఇంజన్ కారు వెనుక ఉంటుంది. సిలిండర్లు నిటారుగా గాక అడ్డంగా 'పడుకుని' ఉంటాయి. నేరుగా గాలితోనే చల్లపరచబడతాయి. ఫోక్స్ వాగన్ కారు ప్రపంచంలో కెల్లా చక్కని చిన్న కార్ల రకాల్లో ఒకటి.

అధిక వేగంతో తిరిగే పెట్రోల్ ఇంజన్ లో పెట్రోల్ బాష్పు-వాయు మిశ్రమం మండడానికి నెకనులో సగంకూడా వ్యవధి ఉండదు. అందుచేత కార్బురేటర్ లోనే పెట్రోల్ అణు సూక్ష్మీకరణం చెంది, గాలిలో బాగా కలిసి, సిలిండర్లోకి ప్రవహిస్తుంది. కంప్రెషన్ రేషియో పెరిగితే, ఇంజన్ శక్తి కూడా పెరుగుతుంది. కాని ఎక్కువ కంప్రెషన్ రేషియో వద్ద నాకింగ్ (Knocking) అనే ఉపద్రవం జరిగే వీలుంది. నాకింగ్ అంటే ఇంధన వాయు మిశ్రమం ప్రేరణకరంగా ఒక్కుమ్మడిగా మండి పోవడం. అందువల్ల ఇంజన్ దెబ్బతినడం, శక్తి తగ్గడం జరుగుతాయి. పెట్రోల్ కు డైటా ఇథైల్ లెడ్ అనే పదార్థాన్ని కలిపితే నాకింగ్ ఉండదు. అక్టేన్ నంబర్ అనే ఒక సంఖ్య, పెట్రోల్ యొక్క నాకింగ్ వ్యతిరేక లక్షణానికి సూచిక.

ఇంధన శాస్త్రంలో వచ్చిన ఇలాంటి ప్రగతి వల్లనే మొదట్లో 8:1 లేక 4:1 ఉండే కంప్రెషన్ రేషియోను 10:1 వరకూ, పెంచడం సాధ్యమైంది.

#### 4. లూబ్రికేషన్ (కండెనల ప్రయోగము)

ఆధునిక అటోమొబైల్ లో 18,000 వరకూ విడి భాగాలు ఉండవచ్చు. వాటిలో ఒకదాన్నొకటి రాచుకునే భాగాలు అనేకం. వాటి మధ్య మర్లజని తగ్గించక పోతే, ఇంజన్ శక్తిలో అధిక భాగం నిరుపయోగం కావటమే కాక, ఆ భాగాలు, రాపిడి వల్ల, అనతికాలంలో అరిగి ధ్వంసం అవుతాయి. అందుచేత రాచుకునే భాగాల మధ్య కండెనూనె పొరఉండాలి. అది ఒరపిడిని భాగా తగ్గించడమే కాక, చల్ల పరచడానికి, చప్పుడు తగ్గించడానికి, సిలిండర్ - పిస్టన్ల మధ్య సీల్ గా పనిచేయడానికి ఉపకరిస్తుంది.

ఇంజనీయొక్క క్రేంకేషన్ లో ఉన్న నూనె మడుగు (సంప్) నుండి గేర్ పంప్ వలన ఇంజన్ భాగాలలోకి, కన్నాంగుండా బేరింగ్స్ కి కండెన పంపబడుతుంది. అక్కడ ఒలికిన నూనె, పరిభ్రమణ వేగం వలన, తుంపర (స్పే) గా ఎగిరి ఇతర భాగాలను తడుపుతుంది.

ఛాస్ సీల్ లో అత్యధిక బలప్రయోగానికి గురి అయ్యే చక్రాల బేరింగ్ లున్న, యూనివర్సల్ జాయింటులున్న ప్రత్యేక గ్రీజువల్వ, గేర్ బాక్స్ లోని గేర్లున్న, డిఫరెన్షియల్ లోని గేర్లున్న 'భారీ' కండెన నూనెవల్వ లూబ్రికేట్ చేయబడతాయి. ఎక్కడ ఏ రకం కండెన వాడదగుననే విషయం ఉత్పత్తిదారుల, తదితర సాంకేతిక సహజాలచేత ప్రమాణీకరింపబడింది.

#### 5. కూలింగ్ సిస్టమ్ :

ఇంధన దహనం వలన ఉత్పన్నమయే ఉష్ణ శక్తిలో దాదాపు మూడవ వంతు సిలిండర్ గోడల్లోకి చేరుతుంది. ఆ ఉష్ణాన్ని త్వరగా తీసివేయక

పోతే ఇంజన్ పాడవుతుంది. ఆ వేడిని ఇంజన్ సిలిండర్ జాకెట్ లో ప్రవహించే నీరు పరిగ్రహించి, రేడియేటర్ లో ప్రసరించే గాలికి అందజేస్తుంది. రేడియేటర్ అనే ఉష్ణ వినియోగ సాధనంలో తేనెపట్టు అమరికలా అనేక వందల సన్నటి వాయు, జల మార్గాలు ఉంటాయి. కాదు వేగంగా నడుస్తున్నప్పుడు ఆ వేగంవల్లా, మిగతా సమయాల్లో క్రేంకేషాప్తు నుండి బెల్ట్ డ్రైవ్ చేసడపబడే కూలింగ్ ఫాన్ వల్లా గాలి వేగంగా రేడియేటర్ లోకి ప్రసరించి, నీటిలోని ఉష్ణాన్ని గ్రహిస్తుంది. ఇక్కడ, తగు మాత్రం చల్లబడిన నీటిని మరలా సిలిండర్ల వద్దకు పంపడానికి ఒక గేర్ పంపు ఉంటుంది.

#### 6. ఎలక్ట్రికల్ సిస్టమ్ (విద్యుత్ వ్యవస్థ)

పెట్రోల్ ఇంజెన్ లో ప్రతి సెలెండరు శీర్షంలోనూ, ఇంధన-వాయు మిశ్రమాన్ని ఎలక్ట్రిక్ స్పార్క్ ద్వారా జ్వలింప (ఇగ్నైట్) చేసే స్పార్క్ ప్లగ్ ఉంటుంది. అలాగే స్టార్టింగ్ మోటార్ ఇంజనీను స్టార్ట్ చేస్తుంది. లైట్లు, హోరన్లు, మీటర్లు మొదలైన ఉపకరణాలు అనేకం విద్యుచ్ఛక్తితో నడిచేవి కాదులో ఉంటాయి. వీటికి కావలసిన విద్యుచ్ఛక్తి కారులోనే తయారవుతుంది.

అటోమొబైల్ ఎలక్ట్రికల్ సిస్టమ్-ఒక స్టోరేజీ బేటరీ (12 వోల్టులది), విద్యుజ్జనరేటర్ లేక డైనమో, స్టార్టింగ్ మోటారు, ఇగ్నిషన్ సిస్టమ్, లైట్లు, వైర్లు, స్విచ్ లు తదితర భాగాలతో ఏర్పడి ఉంటుంది. స్పార్క్ ప్లగ్ లో ఎలక్ట్రోడ్ల మధ్య 12,000 - 20,000 వోల్టుల ఆర్క్ దూకి ఇంధన-వాయు మిశ్రమాన్ని జ్వలింపజేస్తుంది. అంత వోల్టేజీ 12 వోల్టుల బేటరీనుంచి ఇంజక్షన్ కాయిల్, కండెన్సర్, కాంటాక్ట్ బ్రేకర్ల ద్వారా వస్తుంది. అక్కడ ప్రైమరీ కాయిల్ లో విద్యుత్ ప్రవాహం హఠాత్తుగా ఆగిపోయినప్పుడు, సెకండరీ టిగచుట్టలో అత్యధిక వోల్టేజీ-విద్యుచ్ఛక్తి ప్రేరే



పింపబడుతుంది. ఈ వోల్టేజీ-డిస్ట్రిబ్యూటర్ అనే తిరిగే స్వీచ్చి ద్వారా-ఇంజన్ సిలిండర్లలో ఒక క్రమంలో స్పార్క్లను సృష్టించి జ్వలనాన్ని సాధిస్తుంది.

ఈ ఎలక్ట్రికల్ సిస్టమ్కు బేటరీ హృదయం వంటిది. అది దైనమో లేక జెనరేటర్ నుంచి వచ్చే ఆదనపు విద్యుచ్ఛక్తి వల్ల 'చార్జ్' అయి ఇంజన్ పనిచేయునప్పుడు, మెల్లిగా తిరుగుతున్నప్పుడు, స్టార్టింగ్కు కావలసిన శక్తిని సరఫరా చేస్తుంది. దైనమో లేక జెనరేటర్-క్రేంక్ షాఫ్ట్ నుండి బెల్ట్ ద్వారా తిప్పబడుతూ, బేటరీని 'చార్జ్' చేస్తూ ఉంటుంది. అతిగా చార్జ్ చేసి బేటరీని పాడుచేయకుండా వోల్టేజీ రెగ్యులేటర్ అనే నియంత్రణ సాధనం ఉంటుంది.

స్టార్టింగ్ మోటార్ షాఫ్ట్పైన ఒక చిన్న పళ్ల చక్రం (గేర్) ఉంటుంది. స్టార్టింగ్ స్వీచ్చిని ఆన్ చేయగానే అది షాఫ్ట్ పొడుగున ప్రయాణించి ఇంజన్ పై వీల్ మీది, పెద్ద పళ్లచక్రానికి తగులు కొని ఇంజన్ను క్రాంక్ చేస్తుంది. ఇంజన్ స్టార్ట్ అయి వేగం పుంజుకోగానే మోటార్ షాఫ్ట్ మీది పళ్లచక్రం తనంతలాను వెనక్కి వచ్చేస్తుంది.

## 7. ట్రాన్స్మిషన్ సిస్టమ్ :

పెట్రోల్ ఇంజన్ ఉత్పత్తి చేసే శక్తి, క్రేంక్ షాఫ్ట్ స్పిడ్తో పెరుగుతుంది. అంచేత దాన్ని తోడమీద స్టార్ట్ చేయడం కుదరదు. క్లచ్ పెడల్ని నొక్కి ఉంచినప్పుడు, ఇంజన్ నుంచి ట్రాన్స్ మిషన్ వేరవుతుంది. ఇంజన్ తగినంత వేగాన్ని పుంజుకున్నాక, క్లచ్ని ఎంగేజ్ చేస్తే ఇంజన్ శక్తి గేర్ బాక్స్కి ప్రసరిస్తుంది.

కారు అనేక వేగాలతో నడవాల్సి ఉంటుంది. అలాగే ఎక్కువ బరువు ఉన్నప్పుడు, కొండల వంటివి ఎక్కుతున్నప్పుడు, వేగంకంటే బోర్క్ (Torque) అవసరం. గేర్ బాక్సులోని గేర్ల

ద్వారా ఇంజన్ నుంచి చోదక శక్తి ప్రవహిస్తున్నప్పుడు, ఇంజన్ స్పిడ్ మార్చుకుందానే కారు గమనవేగాన్ని చక్రాల మీది బోర్క్ని, అవసరానుగుణంగా మార్చుకోవచ్చు.

కారులో గేర్లని మార్చే లీవర్ సాధారణంగా స్టీరింగ్ రాడ్ మీద ఉంటుంది. పాత డిజైన్లలో అనుసంధించవలసిన గేరుని, మెయిన్ షాఫ్ట్ మీద జరిపి రెండవ షాఫ్ట్ మీది గేర్తో మెష్ చేయడం జరుగుతుంది. అది కొంచెం శ్రమ, చప్పుడులతో కూడిన పని. తరువాత డిజైన్లలో సింక్రోమెష్, కాన్స్టంట్ మెష్ గేరులు ఉంటున్నాయి. కాన్స్టంట్ మెష్ పద్ధతిలో గేర్ల జంటలు ఎప్పుడూ మెష్లోనే ఉంటాయి. ఓ ప్రత్యేక గేర్ నివృత్తి కావల్సివచ్చినప్పుడు ఆ డ్రైవింగ్ గేర్ని, డాగ్ క్లచ్ ద్వారా, మెయిన్ షాఫ్ట్తో కలిసి తిరిగేలా చేయాలి. ఆటో మేటిక్ ట్రాన్స్మిషన్లో ప్రాద్రాటిక్ కపులింగ్, ప్లానెటరీ గేర్ సిస్టమ్ ఉంటాయి. వేరే క్లచ్ అవసరంలేదు.

గేర్ బాక్సునుంచి చోదక శక్తి ప్రొపెల్లర్ షాఫ్ట్ ద్వారా డిఫెరెన్షియల్ అనే గేర్ల వ్యవస్థకి ప్రసరిస్తుంది. కారు వంపు తిరుగుతున్నప్పుడు కుడి, ఎడమ చక్రాలు విభిన్న వేగాలతో తిరగాలి. ఆ పని డిఫెరెన్షియల్ చేస్తుంది. అక్కడనుంచి చోదక ఇరుసుల ద్వారా చోదక చక్రాలకు శక్తి వెళ్తుంది. అవి కారుని నడుపుతాయి.

## 8. బ్రేకులు:

కారు వేగాన్ని తగ్గించడానికి, పూర్తిగా ఆపడానికి బ్రేకులు అవసరం. కారు చక్రం లోపల ఉండే బ్రేక్ డ్రమ్కు-ప్రేమ్కి తగిలించిన బ్రేక్ మెకానిజమ్ ద్వారా - బ్రేక్ ఘాస్ అనే ఘర్షణ తలాను అదిమితే చక్రం గమనం నిరోధించబడుతుంది. బ్రేక్ ఘా వృత్తచాపం ఆకారంలో ఉండి, పై తలంపై ఫ్రిక్షన్ లైనింగ్ కలిగి ఉంటుంది.

మోటార్ లో బేక్ సిస్టంలో పెడల్ ని నొక్కి నవ్వుడు ఆ శక్తి, నాళాలలో ఉన్న బేక్ ద్రవం ద్వారా ప్రసరించి, బేక్ సిలిండర్ లోని పిస్టన్ ని కదిపి 'బేక్ మా' లని పని చేయిస్తుంది.

కారు చక్రాలు-తక్కువ ఒత్తిడి గాలిచే నింపబడిన-దైర్ఘ్యమీద ఆధారపడతాయి. దైర్ఘ్య దిండవలె ప్రవర్తించి చక్రాలనీ బ్రేకు భాగాలనీ అదురు నుంచి కాపాడుతాయి.

## 9. స్టీరింగ్ :

స్టీరింగ్ చక్రాన్ని తిప్పినప్పుడు ఆ చలనం స్టీరింగ్ యంత్రాంగం ద్వారా ప్రసరించి ముందు చక్రాలని కావలసిన దిశగా మళ్లిస్తుంది. ద్వైవరు ప్రయోగించే బలం యంత్రాంగం (Mechanism) లోని గేర్లవలన అధికీకృతమవుతుంది.

## 10. సస్పెన్షన్ :

చక్రాలకి మిగతా కారు శరీరానికి పర్యటించే స్ప్రింగులు, షాక్ అబ్జార్బర్లు, రోడ్ల ఎగుడు దిగుడుల వల్ల కలిగే చక్రాల గెంతులను కారుకు ప్రసరించకుండా నిరోధిస్తాయి.

## 11. కార్ల డిజైన్, నిర్మాణ పద్ధతులు :-

కారు ఆకారం, హంగులూ ప్రజాదరణ పొందితేనే అది అమ్ముడవుతుంది. అందుచేత కార్ డిజైన్, 'బాడీ' లో మొదలవుతుంది. పరిశ్రమ లోని కళాకారులు కొత్త కొత్త డిజైన్లని సృష్టించి-చెక్కలు, బంకమన్ను పైబర్ గ్లాసులాంటి పదార్థాలతో-నమూనాలను తయారు చేసి, వాటిని ప్రదర్శిస్తారు. ఎక్కువ ఆకర్షణ కలిగిన నమూనాని

ఉత్పత్తికి ఎంచుకుంటారు. ఇంజనీరింగ్ విభాగంలో నిత్యం కారు భాగాలను గురించి పరిశోధన జరుగుతునే ఉంటుంది.

విడిభాగాలని ఒకచోటకు తెచ్చి కూర్చడానికి మారుగా, ఒక కన్వేయర్ మీద ఛాసిస్ ని ఉంచి, అది నెమ్మదిగా నడుస్తుంటే దానికి ఒక్కొక్క చోట ఒక్కొక్క విడి భాగాన్ని బిగిస్తారు. కన్వేయరు చివరకు వచ్చేసరికి కారు కూర్చు పూర్తి అవుతుంది. దీన్ని అసెంబ్లీలైను పద్ధతి అంటారు.

కారు విడిభాగాల నిర్మాణంలో వాడే ఉత్పత్తి యంత్రాలు దాదాపు అన్నీ ప్రత్యేక ప్రయోజన (స్పెషల్ పర్పస్) తరగతివే. ప్రత్యేక యంత్రాల వాడకం, ఉత్పత్తి యాంత్రీకీకరణం (మెకనైజేషన్), కొంతవరకు ఆటోమేషన్, అధిక సంఖ్యలో ఉత్పత్తి (మాస్ ప్రొడక్షన్)-అనే వీటివల్లనే ఆమెరికాలో కార్లు చౌకగా లభిస్తున్నవి. ఒక మధ్య తరగతి ఉద్యోగి సైతం తనకువచ్చే ఒక నెంజీనంతో కనీసం సెకెండ్ హేండ్ కారునైనా అచట కొనగలుగుతున్నాడు.

కాని ఇటీవల నూనె ధరలు పెరిగినప్పటి నుండి ఆమెరికా వండి ఐశ్వర్యవంత దేశములందు సహితం కార్ల అమ్మకాలు చాలవరకు తగ్గినట్లున్నాయి. కార్ల తయారు చేయు ఫోర్డ్ జనరల్ మోటార్స్, క్రిస్లరు మొదలైన ప్రపంచ విఖ్యాత కంపెనీలు కూడ తమతమ తయారీలను తగ్గించి నట్లున్నాయి. అందువల్ల కార్మికులు మొదలుకొని ఇంజనీర్ల వరకు, చాలమందికి ఉద్యోగాల కొరత ఏర్పడి నట్లున్నా తెలియుచున్నది.

ఆచార్య. వి సుబ్బారావు

## 259. వర్క్‌షాప్ యంత్రములు (Workshop Machines)

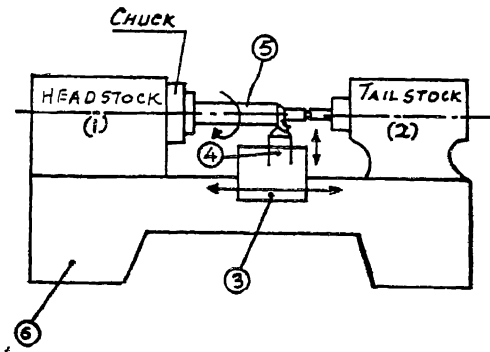
వర్క్‌షాపులో నుండు యంత్రములు ముఖ్యముగా రెండు రకములు.

(i) కోత లేకుండగనే స్థూల ఆకారము పొందవలెనన్న ఉపరించునవి. పీనిలోపోత (Casting), సంధానము (Welding), ప్రెస్ వర్కింగ్ మొదలగు తయారీ పద్ధతులు కలవు. ఈ తయారీ పద్ధతులతో అధికమైన నైశిత్యము (Precision) లభ్యముకాదు.

(ii) కోత నాధారముగా చేసికొని నిర్మింపబడిన యంత్రములు, బీడు (chips)ను లేపుచు, లోహములను కోయుయంత్రములలో ముఖ్యమైనవి కావున వీనిని పరిశీలించెదము

### 1. లేథ్ (Lathe)

లేథ్ యంత్రము యొక్క ముఖ్య భాగములు. పటము 1 లో చూపబడినది. హెడ్ స్టాక్ (1,



పటము 1.

నకు చెక్ బిగించబడియుండును హెడ్ స్టాక్ వివిధములగు పరిభ్రమణ వేగములలో తిరుగును. చెక్ లో కోయబడు భాగము (5) బిగించబడి చెక్ లో సహా పరిభ్రమించును.

టూలు (4) కేరేటి (8) లో బిగించబడును. టూలు రెండు లంబకోణ దిశలలో (బాణము గుర్తుతో చూపబడినదిశలలో) చలనము పొందును. యంత్రమంతయు ఆధారము (8) నకు కలిసి యుండును.

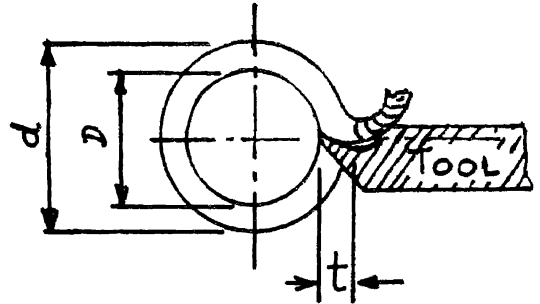
టూలు కుడినుండి ఎడమ వైపునకు పోవు నపుడు లోహము, బీడు (chip) రూపములో, కోయబడును. కోత సైజు 't' అయినచో, కోత తరువాత వ్యాసము (పటము 2)

$$d = D - 2t$$

ప్రెసమీకరణములో,  $D$  = కోతముందు వ్యాసము:  $d$  = కోత తరువాత వ్యాసము.

కోయబడు భాగము అధికమగు పొడవు కలిగి యున్నచో ( $L > 8D$ ) ఆ భాగమును టెయిల్ స్టాక్ (2) లో యొన్న శంఖములో కుడిచేతి చివరలో అమర్చినచో, అది వంగకుండ యుండి కోత, కంపనములు లేకుండా, బాగుగా సాగును.

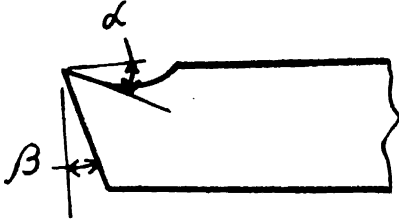
కోతకు ముఖ్యమగు టూలు యొక్క ఆకారము పటము 2 లో చూపబడినది. పటము 2 లో



పటము 2.

చూపబడిన రెండు కోణములు  $\alpha$  మరియు  $\beta$  చాల ముఖ్యమైనవి.  $\alpha$  : దీనిని Rake కోణము

అందురు. దీనిని  $10^\circ$  ల నుండి  $30^\circ$  ల వరకు చేయవచ్చును. ఈ కోణము అధికముగ నుండినచో



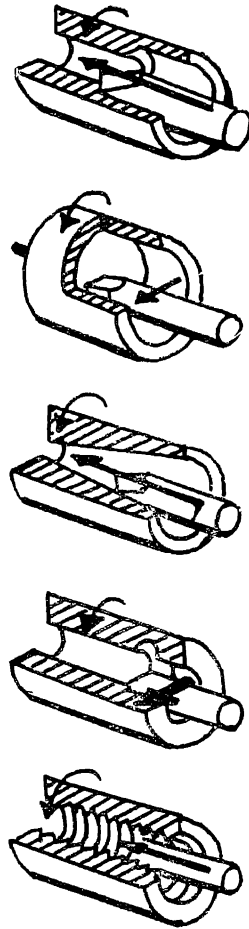
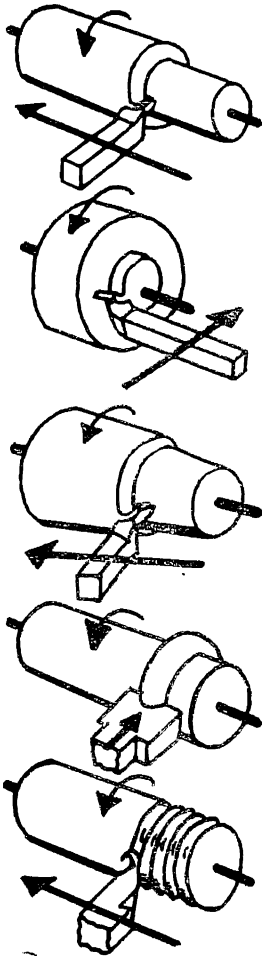
పటము 3.

కోత సులభముగ జరుగును. కాని టూలు బల

ముగ నుండక విరిగి పోవునవకాశము ఉన్నది.

$\beta$ : దీనిని క్లియరన్స్ కోణము అందురు. ఇది  $5^\circ$  ల నుండి  $15^\circ$  ల వరకు ఉండును. ఈ కోణము వలన కోయబడు భాగమునకు టూలు కు మధ్య రాపిడి తగ్గును.

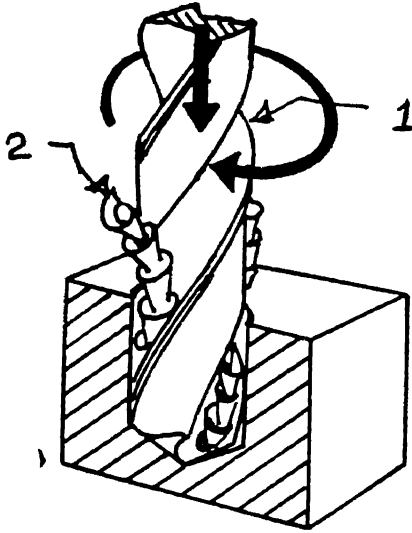
లేట్ పై చేయబడు వివిధమగు పనులకు పటము 4 లో చూడవచ్చును. లేట్ పై గుండ్రముగా నుండు ఉపరితలములను కోత చేయవచ్చును.



పటము 4.

### వేధని యంత్రము (Drilling Machine):

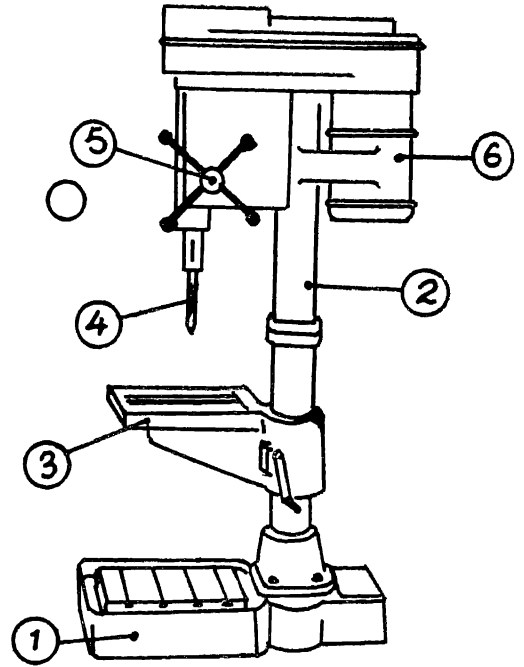
లోహ భాగములలో వివిధ రకములగు రంధ్రములను చేయుటకు ఉపయోగించు యంత్రమును వేధని యంత్రమందురు. రంధ్రములను చేయుటకు ఉపకరించు టూలును డ్రిల్ అని అందురు. రంధ్రములు చేయునపుడు అవసరమగు చలనములను వటము లో లో చూపబడినవి



పటము 5.

కోతకు అవసరమగు చలనము వేధని (Drill) (1) యొక్క పరిభ్రమణచే కలుగును. వేధని పరిభ్రమణములో పాటు బాణము గుర్తు దిశగా క్రిందకు పోవును. లోహము బీడు (Chips) (2) రూపముగా వేధనియొక్క కుండలిత మార్గము (Helical flute)లో బయటకు వచ్చును.

వేధని యంత్రముయొక్క ముఖ్యవిభాగములను వటము 6 లో చూపబడినవి దృఢమైన ఆధార పీఠము (1) నకు నిటారుగా యున్న స్తంభము (2) బిగించబడి యుండును. బల్లి (Table) (3) స్తంభమునకు అనుకొని క్రిందకు మీదకు జరుగునట్లు అమర్చబడియుండును. బల్లిపై రంధ్రమవసరమగు లోహపు భాగమును అమర్చె



పటము 6.

దరు. డ్రిల్లు (4) పరిభ్రమణము చేయుచు దండపు చక్రము (5) ద్వారా క్రిందకు మీదకు పోవును. మోటారు (6) ద్వారా డ్రిల్లునకు పరిభ్రమణ శక్తి కలుగును.

రంధ్రములు కోయునపుడు రంధ్రము యొక్క వ్యాసము డ్రిల్లుయొక్క వ్యాసముతో సమానమగును. కనుక వివిధ పరిమాణములు కల రంధ్రములను చేయుటకు వివిధ వ్యాసములను కలిగిన డ్రిల్లులను వాడవలెను.

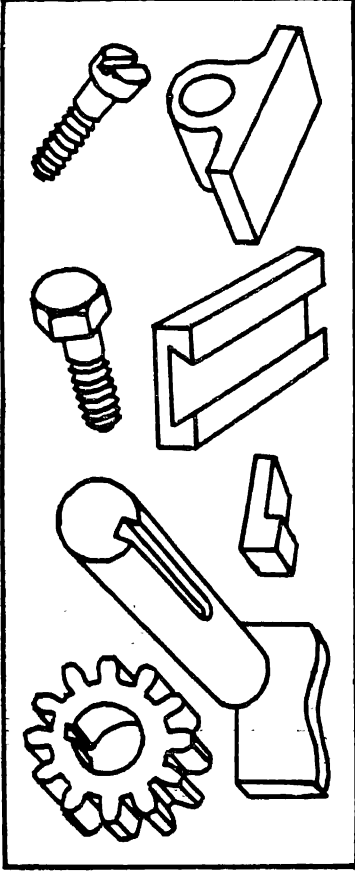
లేట్ (Lathe) యంత్రములు బాహ్యములగు గుండ్రని ఉపరితలములను కోయుటకు అనువుగా ఉండునని ఇంతకుముందు తెలిసికొని యుంటిమి. డ్రిల్లు యంత్రములతో అంతర్గతమగు గుండ్రని ఉపరితలములను కోయవచ్చును.

### వేషణ యంత్రము (Milling Machine):

లేట్, డ్రిల్లింగ్ యంత్రములు గుండ్రని ఉపరితలములను కోయుటకు అనువుగా నుండును.

మిల్లింగ్ యంత్రము సమతలములను కోయుటకు ఉపకరించును.

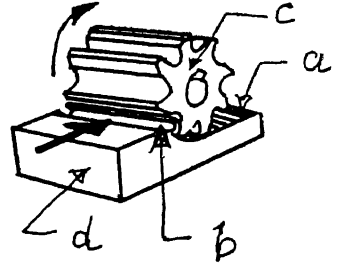
సమతలములు కలిగియుండు పేషణ యంత్రములో తయారైన వివిధ రకములగు భాగములు పటము 7 లో చూపబడినవి.



పటము 7.

పేషణ యంత్రములు ముఖ్యముగా రెండు రకములు. మొదటి రకములో కోయుపనిముట్టు కర్తని (Cutter), హైరిజంటల్ (Horizontal) గా అక్షము (Axis)లో పరిభ్రమణము చెందును. ఇట్లు కోయు విధానము పటము 8 లో చూపబడినది. ఈ పటములో

- (a) కోయబడిన సమతలము.
- (b) పొట్టు ఆకారము (Chip shape)

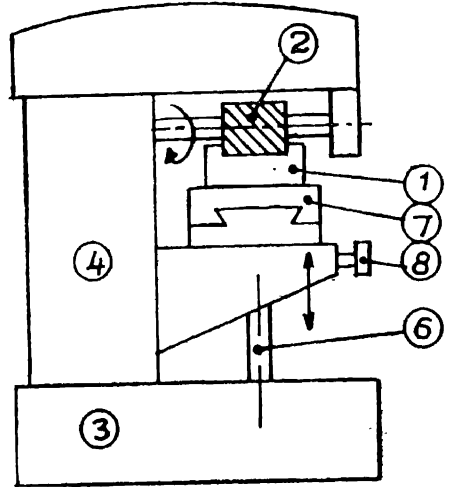


పటము 8.

(c) కోయు పనిముట్టు (Cutter)

(d) కోయబడు విభాగము (Work-piece)

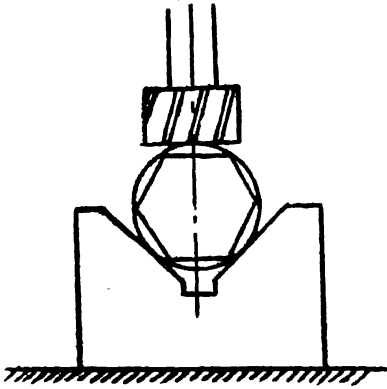
అద్దగా యున్న అక్షములో పరిభ్రమించు Cutter ను కలిగియుండు పేషణ యంత్రము పటము 9 లో చూపబడినది.



పటము 9.

కోయబడు భాగము (1), బల్లి (7) మీదబిగించబడును. బల్లి కాగితపు తలమునకు లంబముగా సంచలనము పొందగలదు. Cutter (2) పరిభ్రమణము చెందును. ఈ రెండు సంచలనముల మూలముగా కోతజరుగును చక్రము (8)ను చేతితో త్రిప్పటవలన బల్లిక్రిందకు, మీదకు మర (Screw) (6) ద్వారా - బాణము గుర్తు దిశలలో-సంచలనములు పొందును. బల్లి-మీదకు పోవునపుడు-కోత పరిమాణము అధికమగును. ఆధారము (3) నకు స్తంభము (4) బిగించబడియుండి, స్తంభమునకు

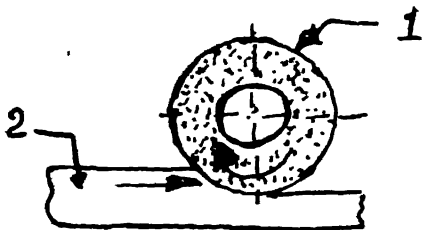
యంత్రము యొక్క ముఖ్య భాగములు చేర్చబడి యుండును. గుండ్రని విభాగముపై సమ ఉపరితలము కోయవలెనన్న నిలువు 'అక్షము' లో తిరుగుచున్న కట్టరు తో కోత కోయవచ్చును. అప్పుడు కోయబడు విభాగమును V ఆకారములో యున్న చక్రములో బిగించవలెను. ఈ విధానము పటము 10 లో చూపబడినది.



పటము 10.

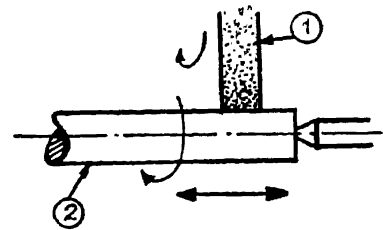
సానపట్టు యంత్రము (Grinding Machine):

సానపట్టుటకు గుండ్రని చక్రముల వంటి కట్టరును వాడెదరు. ఈచక్రములు అల్యూనియమ్ ఆక్సైడ్ము( $Al_2O_3$ )తో చేయబడును. సమఉపరితల సానమును పట్టుట పటము 11 లో చూపబడినది. పటములో చక్రము (1) అత్యధికమగు వేగముతో



పటము 11.

పరిభ్రమణముచేయును. సాన పట్టబడు విభాగము (2) బాణముగుర్తు వైపు సరళమార్గములో సంచలనము కావించును. నునుపు పరిమాణములలో అత్యధికపు నైశిత్యము కావలెనన్నచో సానపట్టు యంత్రమును వాడెదరు. కత్తులను, జేడ్డులను, లోహపుకోతలో ఉపయోగపడు వివిధ రకములగు కోత పనిముట్లు (Tools & Cutters) లను సాన పట్టుటకు సాన యంత్రము ఉపయోగపడును. అదియును గాక, వివిధ రకములగు లోహములకు గట్టిదనము (Hardness) అత్యధికముగా యున్నప్పుడు వానిని సాన పట్టుట తప్పనిసరి యగును. సాధారణముగా గట్టిదనము-దీనిని లెక్కించు శాస్త్రీయ ప్రచురణముల లెక్కల ప్రకారము-రాక్ వెల్ సి. 40కన్న అత్యధికమగుచో సానపట్టుట ఒకదే మార్గము. సానపట్టు పద్ధతి అనాదిగా హిందూదేశములో వాడుకలో నున్నది. గుండ్రముగా నున్న విభాగములను కూడ వైరీతి చక్రముతో సానపట్టు విధానము పటము 12 లో చూపబడినది. ఈ విధానములో సానపట్టు



పటము 12.

చక్రము (1) అత్యధిక వేగముగ పరిభ్రమణము చేయును. ఇదిగాక, సానపట్టు విభాగము (2) కూడ కొద్ది వేగముతో పరిభ్రమణము పొందును. ఇదియే కాక సాన పట్టబడు విభాగము బాణము గుర్తుల దిశలలో సంచలనము చెందును.

## 260. పారిశ్రామికోత్పత్తి పద్ధతులు ( Workshop Processes )

**ఉపోద్ఘాతము :**

సాంకేతికంగా గడచిన నలుబది సంవత్సరాలలో జరిగిన పురోగమనము ఫలితంగా నేటి ఉత్పత్తి పద్ధతులు అత్యంత ఆధునికముగా తయారైనవి. నానాటికి పారిశ్రామికంగా ఉపయోగకరమగు క్రొత్త పదార్థాలు తయారు చేయబడుచున్నవి. వీటిని వస్తురూపములోనికి మార్చడానికి క్రొత్త పద్ధతులు మరియు క్రొత్త యంత్రములు అవసరము. ఒక వస్తువును రూపకల్పన చేసిన విధంగా, నిర్దీతమైన లక్షణములతో డిజైనులను తక్కువ ఖర్చుతో మనము తయారు చేయాలంటే, మనకు అందుబాటులో ఉన్న పదార్థాలను గురించియు, వాటిని పద్ధతితో మలువాలి అనే దానిని గురించియు అవగాహన అయియుండాలి. రూపకల్పనచేయునపుడు ఉపయోగించబోయే ఉత్పత్తి పద్ధతిని దృష్టియందుంచుకొనవలెను. ఒక వస్తువును తయారు చేయడానికి ఒకటికంటె ఎక్కువ పద్ధతులుండవచ్చును గాని వాటిలో ఏదో ఒకటి మాత్రమే అత్యంత తక్కువ ఖర్చుతో చేయడానికి అవకాశమిస్తుంది.

**ముఖ్యమైన పారిశ్రామికోత్పత్తి పద్ధతులేవనగా :**

1. పోతపోయు పద్ధతి (Casting)
2. కొలిమి పద్ధతి (Forging)
3. వెల్డింగు (Welding)
4. లోహమును పొరలుపొగలుగా కోసివేయు పద్ధతి (Machining)

### 1. పోతపోయు పద్ధతి :

లోహములను కరిగించి మూసలలో పోసి వస్తువులను తయారు చేయుటను పోతపోయు

పద్ధతి యందురు. పూర్వకాలమునుండి ఈపద్ధతితో, పెద్ద పరిమాణము గల్గిన క్లిష్టమైన వస్తువులను - అన్ని రకాల లోహములలో - తయారు చేయుచున్నారు. సాధారణముగా ఈ పద్ధతి తక్కువ ఖర్చుతో కూడినది కావున, రూపకల్పన చేయువారు ఈ పద్ధతిని ఒక వస్తువును తయారు చేయుట అనుకూలమా కాదా అని-మొదట ఆలోచించెదరు.

### 1.1 ఇసుకతో చేసిన మూసలో పోతపోయు పద్ధతి :

మొదట వస్తువు యొక్క సరియైన నమూనాను కలపతో గాని లోహముతో గాని చేయుదురు. నమూనా (Pattern)ను తయారు చేయునపుడు నమూనా కొలతలు అసలు వస్తువు కొలతలకంటె కొంచెము ఎక్కువగా ఉంచుదురు. అప్పుడే మనకు వస్తువు తయారగునప్పుడు కొంత ఎక్కువ పరిమాణములో గరుకగా నున్నను, దానిని యంత్రముపై నున్నగా మరియు ఖచ్చితమైన కొలతలతో పూర్తిచేయుటకు వీలగును.

ఈ నమూనా చుట్టు బెంటోనైటు మరి ఇతర అవసరమైన పదార్థములు కావలసిన నిష్పత్తిలో కలిపిన ఇసుకను పట్టించుట (Ramming) జరుగును. ఆతరువాత నమూనాను ఇసుకనుండి తీసినచో ఖాళీ మూస తయారగును. అందులో ద్రవరూపములో ఉన్న లోహము పోసినచో, ఆ లోహము మనకు కావలసిన వస్తువుగా కొంత సేపటిలో మనిభవింతును. అప్పుడు ఆ వస్తువును ఇసుకనుండి తీసివేసి శుభ్రము చేయుదురు. ఈ పద్ధతితో, ఏ వస్తువులోనైనా ప్రత్యేకమైన రంధ్రములు లేదా ఇతర విశేషములు కూడా పొందవచ్చును.



ఇసుక + బెండోనైటు మిశ్రమముతోనే గాక, ఇసుక + రెసిన్ మిశ్రమము (షెల్ మూస పద్ధతి)తో, లోహము (శాశ్వతమైన మూస పద్ధతి)తో, మరి ఇతరపదార్థములతో గూడ మూసను తయారు చేయవచ్చును.

లోహము ద్రవరూపములో మామూలుగా గురుత్వాకర్షణశక్తి వలన మూసలలోనికి పోవును. కొన్నిసార్లు ద్రవమును చాలా ఎక్కువ వత్తిడితో లోహముతో తయారు చేయబడిన మూసలలోనికి పంపుదురు (పీడనముతో పోతపోయే పద్ధతి).

పైపద్ధతులలో ఏదోఒకదానిని కావలసిన వస్తువు యొక్క ఆకార విశేషములను బట్టి, పోతపోయే లోహమును బట్టి ఎన్నుకొందురు.

## 2. కొలిమి పద్ధతి :

కొన్ని లోహములకు సాగదీసినా విరుగని స్వభావము ఉన్నది. ఆ లోహములతో వస్తువులను తయారు చేయదలచినపుడు ఈ పద్ధతిని వాడుదురు. లోహపు బిళ్లలను ఎర్రగా వేడిచేసి గాని లేదా వాతావరణపు వేడిలోనే గాని సాగదీయ వచ్చును.

## 2. (1) సమ్మెట దెబ్బల పద్ధతి (Hammer forging)

ఈ పద్ధతిలో లోహపు బిళ్లలపై సమ్మెట దెబ్బలను అనేక పర్యాయములు కొద్ది కావలసిన ఆకారము వచ్చునట్లు చేయుదురు. సమ్మెట దెబ్బను చేతితోగాని, యంత్రముతోగాని వేయవచ్చును.

సమ్మెటయంత్రమును ఆవిరితో గాని, పీడనము గల గాలితో గాని నడుపవచ్చును. ఈ సమ్మెట దెబ్బల పద్ధతితో సరియైన ఆకారము గల వస్తువులను పొందదలచినచో చాలా నేర్పరియగు శ్రామికుడు అవసరము.

## 2. (2) అచ్చులతో సాగదీయు పద్ధతి (Die forging) :

మనము తయారు చేయదలచిన వస్తువుయొక్క ఆకారము క్లిష్టమయిన దయినచో ఈ పద్ధతిని వాడుదురు. లోహపు బిళ్లలను అచ్చుల మధ్య పెట్టి చాలా బలముతో యంత్ర సహాయమున అచ్చులను నొక్కి మూసి వేయుదురు. ఆ బిళ్లలు అప్పుడు అచ్చుల మధ్య ఉన్న ఆకారమునకు సరిగా ఇమిడి పోవును. సామాన్యముగా ఒకలోహపు బిళ్ల, మనకు కావలసిన వస్తువుగా మారుటకు, ఇట్లు రెండు లేదా మూడు అంచెలు దాటవలసి యుండును.

## 2. (3) ప్రెస్ చేయుట :

కొన్నిసార్లు లోహము యొక్క మందములో ఎక్కువ మార్పు లేకుండా దాని ఆకారమును మార్చుటకు ప్రెస్ చేయుదురు. ఈ పద్ధతిలో కావలసిన ఆకారములోనికి లోహమును మార్చుటకు అచ్చుల మధ్యన లోహమును పెట్టి బలముగా నొక్కుదురు. పై అచ్చును క్రింది అచ్చుపై బలముగా నొక్కుటకై సాధారణంగా ద్రవ పీడనముతో నడచుయంత్రమును వాడుదురు.

పై పద్ధతులతో చాలా రకముల వస్తువులను తయారు చేయగలిగినా బహు క్లిష్టమైన ఆకారములను పొందుట కష్టము.

## 3. వెల్డింగ్ మరియు ప్రేక్షింగు :

బహు క్లిష్టమైన వస్తువులను తయారుచేయుటకు ఉపయోగకరమైన పద్ధతి ఇది. ఒక పెద్దవస్తువును తయారు చేయదలచి నప్పుడు దానిని చిన్న భాగముల సముదాయముగా రూపకల్పన చేసి, ఆ భాగములను అనుకూలమైన కర్మాగార పద్ధతులతో తయారుచేసి, అంత్య దశయందు వానిని తగు రీతిలోచేర్చి ఒకటిగా అతుకవచ్చును ఈ పద్ధతితో ఎన్నో రకములైన వస్తువులను తయారు చేయవచ్చును.

### 3. (1) గ్యాసు వెల్డింగ్ :

దీనిలో సాధారణంగా ఆప్టుజని, అసిటరీను వాయువులను తగిన పాళ్లలో ఒక ప్రత్యేకమైన గొట్టములో మిశ్రమము చేసి ఆ మిశ్రమమును గొట్టము చివర మండించెదరు. అందువలన కలిగే మంటను, అతుకు పెట్టవలసిన లోహపు ముక్కల చివరి భాగములపై, కేంద్రీకరించి, లోహమును ద్రవీకరించి అతుకుదురు.

### 3. (2) విద్యుచ్ఛాపముతో అతుకుపద్ధతి (Arc Welding) :

అతుకవలసిన వస్తువులను దగ్గరగా ఆమర్చి విద్యుచ్ఛాపమును-ధనవిద్యుత్తుగల విద్యుద్ధృందము నకును ఋణవిద్యుత్తుగల వస్తువునుకును మధ్య-సృష్టించి, తద్వలనమైన ఉష్ణముతో వస్తువులను అతుకుదురు. విద్యుద్ధృందమును అతుకవలసిన వస్తువుల లోహముతోనే తయారు చేయవలయును. సాధారణముగా పూత పూయబడిన విద్యుద్ధృందములను వాడుదురు. అందువలన వాతావరణము నుండి, వెల్డింగు చేయబడు స్థలమునకు రక్షణ ఏర్పడును. విద్యుచ్ఛాపము వలన పుట్టిన వేడితో విద్యుద్ధృందము కొన కూడా కరిగి అతుకు పెట్టవలసిన వస్తువుల మధ్యపడి ఘనీభవించి గట్టి సంధి ఏర్పడును.

### 3. (3) విద్యున్నిరోధ పద్ధతి (Resistance Welding) :

ఈ పద్ధతితో తక్కువ మందముగల వస్తువులను అతుక వచ్చును. వస్తువులను ఒకదానిపై ఒకటిగాని, ప్రక్క ప్రక్కన గాని పెట్టి రెండు వైపుల విద్యుద్ధృందములను తగిన ఒత్తిడితో ఆమర్చి విద్యుత్తును ప్రవహింప చేయవలయును. అతుకవలసిన వస్తువుల మధ్య ఉన్న విద్యున్నిరోధక శక్తి

వలన తగినంత ఉష్ణము ఉద్భవించి వస్తువులు అతుక్కునును.

### 3. (4) బ్రేజింగ్ (ఇత్తడితో అతుకుట)

విభిన్న స్వభావము గల పదార్థములతో తయారు చేయబడిన వస్తువులను అతుకుటకు ఈ పద్ధతిని వాడుదురు. వస్తువుల మధ్య ఇత్తడి రేకును ఆమర్చి ఆ సముదాయమును కాలిమిలో పెట్టి గాని, గ్యాసు గొట్టము మంటతో గాని వేడి చేయదురు. ఆ వేడికి ఇత్తడి రేకు కరిగి వస్తువులు అతుక్కుని పోవును. ఈ పద్ధతిలో మనము ముఖ్యముగా గమనించవలసిన విషయమేమనగా అతుకవలసిన వస్తువులను వాటి ద్రవీకరణ ఉష్ణోగ్రత వచ్చు వరకు వేడి చేయవలసిన అవసరములేదు. అందువలన అతుకవలసిన వస్తువుల స్వభావములో పెద్ద మార్పురాదు.

### 4. లోహమును పొరలు పొరలుగా తీసివేయు పద్ధతి (Machining) :

వస్తువులపై కావలసిన దానికన్నా ఎక్కువ ఉన్న పదార్థమును, వస్తువు యొక్క లోహముకన్న చాలా గట్టిదైన, పనిముట్టుతో పొరలు పొరలుగా కోసి తీసివేయవచ్చును. ఈ పొరల ముక్కలను ఆవిచ్చిన్నరీతిలోగాని, విచ్చిన్నరీతిలోగాని తీసివేయవచ్చును. వివిధ మెషీనింగు పద్ధతులు ఏమనగా. టర్నింగు (సంగడి పట్టుట), డ్రిల్లింగు (రంధ్రము చేయుట), బోరింగు (రంధ్రము పెద్దగా చేయుట), షేపింగు, ఫ్లేసింగు, మిల్లింగు, గ్రేటింగు, మొదలయినవి. ఈ పద్ధతులన్నిటిలోను ముఖ్యముగా వివరించవలసినవి మూడు: (i) యంత్రము, (ii) కోసేపనిముట్టు మరియు (iii) వస్తువు. యంత్రము (Tool) వస్తువులను లేదా పనిముట్లకు లేదా రెండింటికీ కావలసిన చలనములు ఇచ్చును. పనిముట్ల వస్తువు లోహముకన్న గట్టిదైన కొంది, చాలా ఎక్కువ వేగముతో అవాంఛిత లోహమును తీసివేయ వచ్చును.

పనిముట్ల తయారీలో వాడబడు కొన్ని ముఖ్య పదార్థములు ఏమనగా :

(i) ఎక్కువ కర్బనము ఉన్నఉక్కు (High carbon steel).

(ii) ఎక్కువ వేగముతో కోసివేయగల ఉక్కు.

(iii) కార్బైడ్లు.

(iv) సిరమిక్.

(v) అప్రేస్ (గ్రైండింగులో వాడనది)

### వివిధ కర్మాగార పద్ధతుల సామర్థ్యము

పద్ధతి	సామర్థ్యము (తేడాలు మైక్రాన్లలో ఉన్నవి) $1 \text{ మైక్రాన్} = \frac{1}{1000} \text{ మి.మీ.}$
1. ఇసుకతో మూసచేయు పద్ధతి.	$\pm 1500-780$
2. షేల్ మూస పద్ధతి	$\pm 125-75$
3. శాశ్వత మూసపద్ధతి	$\pm 02.5$
4. పీడనముతో పోత పోయు పద్ధతి	$\pm 25$
5. సమ్మేట పద్ధతి	$\pm 875-250$
6. ప్రెస్ పద్ధతి మరియు ఆంచెలు మూసి కొను పద్ధతి	$\pm 750-250$
టర్నింగు	50-0.2
బోరింగ్	50-0.2
డ్రిల్లింగ్	0.3-0.2
మిల్లింగ్	50-1.6
గ్రైండింగ్	0.8-0.1

ఇవియును గాక విద్యుద్దీపితో తీసివేయు పద్ధతి (Electro Discharge machining), విద్యుత్తు రసాయనక పద్ధతి (E C M) మరియు ధ్వనికన్న

ఎక్కువ తరంగ వేగములను వాడు పద్ధతి (Ultrasonic Machining) కూడా ఉన్నాయి. వీటిని ప్రత్యేకమైన అవసరములకు వాడుదురు.

(శ్రీ. పి. నరసింహారెడ్డి.

# XIX

## విద్యుత్ సాంకేతిక విజ్ఞానము

### 261. విషయ పరిచయము

ప్రకృతి ఎంత సుందరమైనదో అంత శక్తి వంతమైనది. ఈ ప్రకృతి శక్తి అనేక రూపములలో కనిపించును. సౌరశక్తి (Solar Energy), పవన శక్తి (Wind Energy), సముద్ర వేలం శక్తి (Tidal Energy), భూ గర్భ ఉష్ణశక్తి (Geothermal Energy), మేఘసంబంధ విద్యుచ్ఛక్తి - యివి అన్నియు ప్రకృతిలో గోచరించు ప్రాథమిక (Primary) శక్తి స్వరూపములు.

అనాది నుండియు మానవుని ప్రయత్నము, ఈ బ్రహ్మాండమైన ప్రకృతి శక్తులను అరికట్టి, అదుపులో పెట్టుకొని, మానవుని శ్రేయస్సుకు, లోకపురోభివృద్ధికి, ఉపయోగింప వీలు కలిగించుట యందు కేంద్రీకృతమైనది. శక్తి వివిధ రూపములలో కన్పించుచున్నను, విశ్వము (Universe) లోని మొత్తం శక్తి తరగదు, పెరగదు; దానికి నాశము లేదు. కాని, ఒక రూపము నుండి మరొక రూపము నకు మారుచుండును. ఈ గుణము నాధారముగా చేసుకొని ప్రకృతి శక్తులను మానవాధీనము చేసుకొనుటకు చేసిన యత్నములు, ప్రయోగములు, మరియు అన్వేషణలలో మానవునికి దొరికిన అద్భుత శక్తి విద్యుచ్ఛక్తి.

విద్యుత్, స్థూలంగా స్థిర విద్యుత్ అనియు ప్రవాహ విద్యుత్ అనియు రెండు వర్గములకు చెందును. ప్రకృతిలో మనము చూచు మెరుపులు స్థిర విద్యుత్సంబంధమైనవి. వ్యాపారికంగా (Commercially) ఉత్పత్తి చేయబడి దేశాభివృద్ధికి తోడ్పడునది ప్రవాహ విద్యుత్.

కాంతి, ఉష్ణత మరియు విద్యుత్, వివిధ శక్తి రూపాలు. పైన చెప్పినట్లు, వీటిని ఒక రూపము నుండి మరొక రూపమునకు మార్చవచ్చును. ప్రకృతిలో స్వభావసిద్ధంగా ఏ రూపంలో లభిస్తుందో అదే రూపంలో మార్పులేకుండా శక్తిని యథాతథంగా మానవుని ఉపయోగానికి వాడుటకు వీలుపడదు. అందుకే ఏ రూపంలో శక్తి మానవోపయోగమునకు ఎక్కువ సౌలభ్యంగా ఉంటుందో, ఆ రూపంలోనికి మార్చి వాడుకొనిన, అట్టి శక్తివలన పొచ్చు కార్యదక్షత (Efficiency) తో ఫలితములు లభించును. ఈ యుగంలో ఇంతవరకు, అనేక పనులకు, సౌకర్యములకు, విద్యుచ్ఛక్తి రూపంలో అనువైనంత ఎక్కువగా యింకే రూపంగాను, శక్తి అనువుగా ఉండదు. అందుకే, విద్యుదభివృద్ధి ప్రపంచములో చాల ప్రాముఖ్యము చెందినది. ప్రస్తుత కాలంలో దేశాభివృద్ధికి మరియు పారిశ్రామికాభివృద్ధికి, విద్యుదభివృద్ధి ఒక కొలబద్ధగా ఎంచబడుతోంది.

ఒకప్పుడు విలాస వస్తువు (Luxury)గా ఎంచబడిన విద్యుచ్ఛక్తి, యీ ఆధునిక యుగంలో నిత్యావసరంగా పరిగణించబడుతోంది. సాంకేతికాభివృద్ధి, దానితో బాటు సర్వతోముఖ దేశాభివృద్ధి జరుగుతున్న కొద్దీ, విద్యుచ్ఛక్తి జీవనాధారానికే వునాదిరాయిగా ప్రాముఖ్యము చెందుతుంది. అభివృద్ధిచెందిన దేశాలలో ఏ కొద్దిసేపు విద్యుత్ సరఫరా ఆగిపోయినప్పటికి అచటి వారికి, సమస్త క్రియాశీల శక్తి (Activity) స్తంభించి పోయి, జీవనమే

దుర్భరమై పోతుంది. మన దేశంలో విద్యుచ్ఛక్తి సాగున తలసరి వాడుక (Per Capita Consumption) 95.5 యూనిట్లు ఉండే, అభివృద్ధి చెందిన దేశాలలో కొన్ని వేల యూనిట్లలో ఉంది. దీనిని బట్టి జీవనానికి విద్యుచ్ఛక్తి ఎంత విపరీతంగా అవసరమో తెలుస్తుంది.

సిద్ధాంత రీత్యా (Theoretically) విద్యుత్ శాస్త్రము (Electricity), భౌతిక శాస్త్రము (Physics)లో ఒక విభాగము. ఈ సిద్ధాంత పరమైన విద్యుత్ ను ఆచరణ యుక్తంగాను, ప్రాయోగికం (Practical Way)గాను మానవోపయోగార్థము ఉత్పత్తి, సరఫరా, పంపిణీ, మరియు, వినియోగము చేయుటకై వాడబడు పద్ధతులను, ఏర్పాటులను వినియోగ విద్యుత్ విజ్ఞానము (Applied Electrical Science) అని పరిగణింపవచ్చును. సిద్ధాంత రీత్యా ఒక పని ప్రయోగ స్థాయిలో సాధ్యమైనను, దానిని వ్యాపారికంగా పెద్ద స్థాయిలో ఆర్థికదక్షతతో అమలున పెట్టుటకు కావలసిన యంత్ర పరికరములును తదితర సాధనములను, మరియు తరచుచులును రూపొందించుటకు నిరంతర అన్వేషణ అవసరము. కనుక ప్రపంచమంతట విద్యుదుత్పత్తి, విద్యుత్ సరఫరా రంగములలో నిరంతర సాంకేతిక క్రిషి, అన్వేషణ జరుగుతూ ఉంది.

విద్యుచ్ఛక్తి, 19వ శతాబ్దములోనే కనుగొనబడినప్పటికి, 20 వ శతాబ్దములోనే విద్యుత్ రంగములో సర్వతోముఖాభివృద్ధి జరిగింది. ఈ శతాబ్దారంభములో డీజెల్ నూనెతో పనిచేయు చిన్న యంత్రముల చేతను మరియు చిన్న స్థాయిలో నీటి చక్రముల చేతను, త్రిపుబిందు చిన్న విద్యుజ్జనకముల ద్వారా (1000 కిలో వాట్లలోపు) విద్యుచ్ఛక్తి ఏకాంతర (A.C) పద్ధతిలో కాని ఋజు (D.C) పద్ధతిలో కాని ఉత్పత్తి చేయబడి,

చుట్టు ప్రక్కల మిత ప్రదేశములకు మూత్రమే పంపిణీ జరిగేది. క్రమేణా, సాంకేతిక అన్వేషణ పురోగమించిన కొద్దీ, డీజెల్ యంత్రములకు బదులు నీటి ఆవిరి లేక జలబాష్ప పరిశ్రమలు (Steam turbines) మరియు పెద్ద స్థాయి జల చక్ర పరిశ్రమలు (Water wheel turbines) అమలులోకి వచ్చి ఏకాంతర విద్యుజ్జనకముల పరిమాణము క్రమక్రమంగా పెద్దదైంది. దీనికి పర్యవసానంగా జలవిద్యుదుత్పత్తికి అనుకూల స్థలములలో నదులపై పెద్దపెద్ద జల విద్యుత్ కేంద్రములును, బొగ్గు గనులు, నూనె వనరులు, సహజ వాయువు (Natural gas) ఉన్నచోట్ల - పెద్దపెద్ద ఉష్ణ విద్యుత్ కేంద్రములు నెలకొల్పబడి యచ్చట ఉత్పత్తి చేయబడిన ఏకాంతర విద్యుత్, పెద్దపెద్ద విద్యుత్ సరఫరా తంత్రీమార్గముల (Transmission Lines) ద్వారా సంగ్రహక (Receiving) కేంద్రములకు తరలించబడి, అచటనుండి ఉపకేంద్రముల (Substations) కు సరఫరా చేయబడి, అచట నుండి వివిధ పంపిణీ కేంద్రముల, మార్గముల (Distributing Stations & Lines) ద్వారా పెద్ద గ్రామాలు, వట్టణాలలోని వినియోగదారులకు అందించ బడుతుంది. ప్రస్తుతము (అనగా 1975 నాటికి) ప్రపంచమంతట తీసుకుంటే ఏక జలవిద్యుజ్జనకపు అత్యధిక పరిమాణము 5,00,000 కిలో వాట్లు, ఉష్ణ విద్యుజ్జనకము అత్యధిక పరిమాణము 10,00,000 కిలో వాట్లకు పైగాను ఉంది. వీటిని యింకా పెద్దవిగా చేయుటకు అన్వేషణలు జరుగుచున్నవి. అదే విధంగా, సరఫరా (Transmission) విషయంలో కూడ, సరఫరాకై వాడు విద్యుచ్ఛక్తిక బలం అనగా వోల్టేజీ క్రమక్రమేణ పెరిగి ప్రస్తుతం 550 లేక 800 కిలో వోల్ట్ల స్థాయిదాకా తీసుకొనిపోబడినది. ఇంతకు పైగా 10,00,000 వోల్ట్ల దాకా దీనిని పెంచుటకును మరియు యిదే స్థాయిలో ఋజు

విద్యుత్సరఫరా (D. C. Transmission) చేయటకు, అన్వేషణలు, ప్రయోగములు జరుగుచున్నవి. భారత దేశంలో 1975 నాటికి పనిచేయుచున్న విద్యుత్కేంద్రములలో అత్యధిక పరిమాణపు ఏకవిద్యుజ్జన కము (Maximum Size of Single generator) జల విద్యుజ్జనకములో సుమారు 100 మెగావాట్లు (అనగా 100,000 కిలోవాట్లు)న్నా ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములలో 150 మెగావాట్లున్నా, అణువిద్యుత్కేంద్రములలో 200 మెగావాట్లున్నా ఉన్నవి. ఈ దశాబ్దాంతమునకు ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములలో 200 మె. వా. పరిమాణము, జల విద్యుత్కేంద్రములో 150 మె. వా. పరిమాణముగల విద్యుజ్జనకములు అమలులో ఉండును. ఈ యంత్రములను తయారు చేయు భారత భారీ విద్యుత్కర్మాగార సంస్థ 500 మె.వా ఉష్ణ విద్యుజ్జనకమునకు రూపకల్పనలు (Designs) చేయుచున్నది. ఈ పరిమాణపు యంత్రములు 1985 ప్రాంతము నాటికి అమలులోకి రావచ్చునని అంచనా. అదేవిధంగా సరఫరా విషయంలో కూడ 1975 నాటికి, వాడబడు అత్యధిక వోల్టేజీ 220 కె. వి. 1980 లోపుగా 400 కె. వి. అమలులోనికి రావచ్చునని అంచనా. 400 కె. వి. కి పైబడి తరువాత అధిక వోల్టేజీ ఎంత ఉండవలయుననే విషయంపై పరిశీలనలు జరుగుచున్నవి.

ప్రపంచమునకు ఆయువు పడైన వినియోగ విద్యుచ్ఛక్తి (Applied Electricity) ని గూర్చి సులభ కైలిలో తెలుపు పుస్తకములు అంతగా వెలువడి యుండలేదు. అందుచే, ఆంధ్ర ప్రదేశ్ సాహిత్య అకాడమీ వారు ప్రచురించు విజ్ఞాన దీపికలో విద్యుత్ సాంకేతిక విజ్ఞానము (Electrical Engineering)ను ఒక ప్రత్యేక భాగముగా పొందు పరుప దలచి, ఆ భాగమును నాతలపైనిదిరి, ఇది నాకు మించిన బరువని తెలిసియుండియు ప్రజోపయోగమునకై తలపెట్టిన కార్యమగుట

వల్ల ఉత్సాహముతో నా కాయశక్తుల తోడ్పడుటకై యీ పనికి పూనుకొంటిని.

ఈ “విద్యుత్ సాంకేతిక విజ్ఞానము” స్థూలంగా ఈ క్రింది విభాగముల క్రింద పొందు పరుపబడినది.

1. విద్యుత్ సాంకేతిక సిద్ధాంతములు.

( Principles of Electricity )

2. విద్యుదుత్పాదన.

( Electricity Generation )

3. విద్యుత్ సరఫరా వ్యవస్థ

( Electric Transmission System )

4. విద్యుత్ పంపిణీ వ్యవస్థ

( Electricity Distribution system )

5. విద్యుత్ ఆర్థిక వ్యవస్థ.

( Electricity Economics )

పై విభాగములక్రింద ఉపభాగము లేర్పరుపబడి, ప్రజా విజ్ఞానమునకు తోడ్పడ గలుగు వివరములతో ఈ ఉప భాగములు ప్రాయోగికానుభవజ్ఞులైన (Practical Experienced) విద్యుత్ సాంకేతికనిపుణుల (Electrical Engineers)చే వ్రాయబడినవి. ఈ రచనలను నేను పూర్తిగా చదివి, సందర్భానుసారము, వరుస క్రమము ఉండు నట్లున్నూ, సులభముగా అర్థమగు నట్లున్నూ, కొన్ని విభాగములకు ముందు నేను వ్రాసిన ప్రస్తావమును జోడించి, రచనలను తగు విధంగా వివరంగా సవరించితిని. మాతృ భాషావ్యామోహము వల్ల వీలైనంత వరకు తెలుగు పదములను వాడి, సౌకర్యార్థము వాటి ప్రక్కనే ఆంగ్ల పదములను కూడా యిచ్చితిని, కొన్ని ఆంగ్ల పదములకు సరియగు తెనుగు అనువాదములు నాకు తెలిసినంత వరకు, యితరు ముందు ఎచ్చట వాడని సందర్భములలో, నాయొక్క పరిమితపు

తెలుగు భాషాజ్ఞానము సహాయంతో నాకుతోచిన అనుకూలపదములను కూర్చి వాడితిని. ఈ ప్రయత్నములో, తెలుగు భాషా సమితి వారు ప్రచురించిన తెలుగు విజ్ఞాన సర్వస్వము (ద్వితీయ సంపుటము) నాకు చాల ఉపకరించినది. ఈ నా ప్రయత్నములో నాకు తెలియకుండ ప్రవేశించిన లోపము లేమైన ఉన్నచున్నప్పటికీ ప్రార్థన.

వివిధ ఉపభాగములను రచించి నాకు తోడ్పడిన నా మిత్ర రచయితలకు, యీ ప్రయత్నములో నాకు

అమితంగా చేదోడుగా సహకరించిన మిత్రులు శ్రీ. కె. బిర్రామ రెడ్డి గారికి, దీనిలో వేసిన ఛాయాచిత్రములనిచ్చి సహాయపడిన విద్యుత్ సంస్థ వారికి, ప్రజాసేవ చేయుటకై నాకు యీ ఆవకాశమిచ్చిన ముఖ్య సంపాదకులు ఆచార్య భీమ శంకరం గారికి, ఆంధ్రప్రదేశ్ సాహిత్య అకాడమీ వారికి నేను సర్వదా కృతజ్ఞుడను.

శ్రీ అంగర రామ నాగేశ్వరరావు

## 262. విద్యుదుత్పాదన (Electricity Generation)

### ప్రస్తావన

సౌర శక్తి, పవన శక్తి, మరియు ఇతర ప్రకృతి సిద్ధంగా లభ్యమయ్యే ప్రాథమిక శక్తుల వలె విద్యుచ్ఛక్తి సరాసరి ఉపయోగించుట కనువుగా ప్రకృతిలో లభించుట లేదు. స్థిర విద్యుత్ సంబంధమైన మెరుపులలో ఉత్పన్నమగు విద్యుచ్ఛక్తి ముఖ్యంగా అతి హెచ్చు విద్యుత్ శక్తి (Very High Voltage కొన్ని మిలియన్ల వోల్టలు) సంభూతమైనదే; కాని ప్రవాహ రీత్యా ఎన్నడగినది కాదు. అదిగాక, ఉన్న ప్రవాహమంతయు తృటికాలంలో మెరుపు రూపంలో ఉపయోగించబడి మాయమగును అందుచే మానవోపయోగ్యమైన ప్రవాహ విద్యుత్ను, లభ్యమగు ప్రాథమిక శక్తి వనరులను ఉపయోగించి ఉత్పత్తి చేయవలసి యున్నది. ఉత్పత్తి చేయుట అనగా వేరొక రూపంలో లభ్యమగు శక్తిని తగిన యంత్ర సాధనముల ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి క్రింద మార్చుట అని అర్థము.

ఋజు ప్రవాహ విద్యుత్ (Direct Current) అనియు, ఏకాంతర లేక ఆవర్తి ప్రవాహ విద్యుత్ (Alternating Current) అనియు ప్రవాహ విద్యుత్ రెండు రకములుగా యుండునని యింతకు ముందు తెలుపబడి యున్నది. ప్రవాహ విద్యుత్ను రసాయనిక ప్రక్రియల ద్వారా కాని, భౌతిక శాస్త్ర సంబంధమైన విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంత రీత్యా కాని ఉత్పత్తి చేయవచ్చును. రసాయనికంగా ఉత్పత్తి చేయబడునది ఋజు విద్యుత్. విద్యుద్బటములు (Battery Cells), అనబడునవి యీ తరగతికి చెందును. కాని చాల హెచ్చుగా వ్యాపార స్థాయిలో విద్యుదుత్పత్తికి విద్యుదయస్కాంత పద్ధతినే వాడవలసి యున్నది. ప్రస్తుత కాలంలో పనిచేయు విద్యుజ్జనకములన్నియు యీ సిద్ధాంతము మీదనే రూపొందింప బడినవి.

ప్రవాహ విద్యుదుత్పత్తికి స్వభావ సిద్ధంగా దొరుకు వనరులు, ఋజు విద్యుత్ సామర్థ్యముగల వనరులు, నేల, బొగ్గు, ఖనిజ సంబంధమైన పెట్రో

లియం నూనె, మరియు కేంద్రక (Nuclear) శక్తి మూల ద్రవ్యములు. ఇవి గాక, సౌర, పవన, సముద్ర తరంగముల శక్తులు కూడ ప్రకృతి సిద్ధముగా యున్నను యీ శక్తుల నుపయోగించి విద్యుదుత్పాదన చేయు ప్రయత్నములింకను ప్రయోగ స్థాయిలో గాని, శైశవావస్థలో గాని యున్నవి. భూగర్భ ఉష్ణశక్తి (Geothermal Energy) లభ్యమగు కొన్ని దేశములలో దానిని ఉపయోగించి ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములు పెద్ద ఎత్తుననే పనిచేయు చున్నవి.

జల విద్యుదుత్పత్తికి అనువుగా ఉన్న స్థలములు మితముగా ఉండుటవలనను, బొగ్గు, పెట్రోలియం నూనెలు అనేక యితర పరిశ్రమలలో ముఖ్యంగా అవసరమైనందువలన వాటివనరులు గూడా మితంగా ఉండుటవలనను, యింకముందు వీటిని ఉపయోగించి విద్యుదుత్పత్తిచేయుట కొంతస్థాయి తరువాత ఆధిక మగుట కవకాశముండదు. అందువలననే యిప్పుడు కేంద్రక ప్రతిక్రియా జనకములను ( Nuclear Reactors) ఉపయోగించి పనిచేయు ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములు అంతకంతకు ఎక్కువగా అమలు లోనికి వచ్చుచున్నవి. కాని కేంద్రజనిత మూల ద్రవ్యవనరులు గూడ అపరిమితముగా లేనందు వలన స్వయంభువ, లేక స్వజనిత (Breeder) ప్రతిక్రియా జనకమును పెద్ద ఎత్తున తయారు చేయ వీలగు పద్ధతుల నన్వేషించుటకై యితర దేశ ములలో ప్రయోగ స్థాయి (Experimental Level)లో యిట్టి జనకము నెలకొల్పబడి, పరిశోధ నలు జరుగుచున్నవి. మనదేశములోగూడ మదరాసు డగ్గర కల్పకం వద్ద యిటు వంటి ప్రయోగాత్మక స్వజనిత ప్రతిక్రియా జనకము నెలకొల్ప బడు చున్నది. ఈ ప్రయత్నములు జయప్రథములైన యెడల కేంద్రక విద్యుదుత్పత్తి చాల వృద్ధి యగును.

కాని అన్ని శక్తులకంటె తరగని శక్తి సౌర శక్తి. కాంతి ఉష్ణ శక్తుల సమ్మిళితమైన సౌరశక్తిని వ్యాపార స్థాయిలో ఉపయోగింప వీలుపడిన నాడు ప్రపంచములో సూర్యుడున్నంత కాలము శక్తికి కొరత ఉండదు. ఒక విధముగా చూచిన యెడల పైన చెప్పబడిన వనరులన్నియు సౌరశక్తి భూ యిష్టములే. సూర్యరశ్మి వలన సముద్రములోని నీరు ఆవిరిగా మారి మబ్బుల రూపములో వర్షముగా మరల భూమిని చేరును. ఈ వర్షపు నీరు నదులలో జేరి జల విద్యుద్దనరులను కలుగజేయును. భూ గర్భితమైన నేలబొగ్గు, పెట్రోలియములలో కూడ సూర్యుని ఉష్ణత అంతర్గతముగా ఉండి వాటిని దగ్ధముజేయుట ద్వారా జయటకు వచ్చును. ఈ విధముగా లభ్యమగు ఉష్ణతను ఉపయోగించి ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములు పనిచేయుచున్నవి. కాని సరాసరి సౌరశక్తిని వాడుక చేయ గల్గిననాడు తరగని శక్తి మానవాళికి లభ్యమగును.

విద్యుచ్ఛక్తి సుత్పత్తి చేయు విద్యుజ్జనకమును- వేరొక పరిభ్రమణి నుపయోగించి-భ్రమింప జేసిన గాని విద్యుదుత్పత్తి జరుగదు. ఈ పరిభ్రమణిని పని చేయించుటకు స్థితిశక్తి(Potential Energy) గల నీటిని జల విద్యుత్కేంద్రములోను, అది ఉష్టోగ్రత మరియు వీడనముగల నీటి యావిరిని ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములు మరియు, కేంద్రక విద్యుత్కేంద్రముల లోను, ఉపయోగింతురు. నీరు క్రిందకు ప్రవహించు నపుడు నీటి స్థితిశక్తి, చలన శక్తి (Kinetic Energy)గా మారును. ఈ చలన శక్తి జలచక్రభ్రమణి (Water Wheel Turbine)ని త్రిప్పుటవలన యాంతిక శక్తిగా మారును, ఆ విధముగనే ఆవిరిలోని ఉష్ణ మరియు వీడనశక్తి. జలబాష్పపరిభ్రమణి (Steam Turbine)ని త్రిప్పుట వలన యంత్రశక్తిగా మారును. ఈ పరిభ్రమణులు విద్యుజ్జనకమును భ్రమింప చేయుట వలన యీ యాంతిక శక్తి విద్యుచ్ఛక్తిగా



మార్చబడును. ప్రాథమికంగా లభ్యమగు శక్తి యిన్ని రూపములుగా మారి, చివరకు విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుటలో ఎదుర్కొనబడు ఘర్షణ (Friction), వాయు పీడన (Windage) మొదలగు నష్టంకర నష్టగమించుటలో కొంత శక్తి ఉపయోగింపబడి, చివరకు విద్యుత్ రూపములో లభించు శక్తి దానిని జనింప జేయుటకు ఉపయోగించు ప్రాథమిక శక్తి కంటే తక్కువగా యుండును. ఈ రెండిటి గల నిష్పత్తిని కార్యదక్షత (Efficiency) అందురు. ఇన్ని మార్పులు లేకుండా ప్రాథమిక శక్తిని సరాసరి విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చగల్గిన యెడల కార్యదక్షత బాగా పెచ్చుగా యుండును వేరువేరు లోహముల సంధిని-వేడి జేసినను, మెరుగు పెట్టబడిన దాతువులపై కాంతి కిరణములు ప్రసరించి నప్పుడును, ఎలక్ట్రాను ప్రవాహము ప్రేరేపింపబడి విద్యుత్ప్రవాహము జరుగును. ఈ సూత్రములు అధారములుగా ఉష్ణతను కొలుచుట కుపయోగించు తాపద్వయములు (Thermo Cuoples), అనేక పరికరములలో సుపయోగించు లేజర్ విద్యుద్బల మాలలు (Photo-Electric Cells) రూపొందించబడి అమలులో ఉన్నవి. కాని విశేషముగ విద్యుదుత్పత్తి సాధించుటకు యీ పద్ధతులు సహాయకారకులుగా లేవు.

ఈ సందర్భములో యీ మధ్యనే (అక్టోబరు 1976) వార్తా పత్రికలలో వెలువడిన క్రింది క్రాంత సమాచారము పాఠకులకు ఆ సక్తికరంగా ఉండవచ్చును. “సిల్లనుంచి ఇంధనము : నీటిని ఇంధనంగా మార్చు తోతున్నార, ఎం. ఐ. డి. (మేసరు సెడ్స్ యిన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీ-అమెరికా). శాస్త్రజ్ఞులు నీటిలో బాగమైన ఉదజని ఒక అద్భుత యింధనం. ఈ పరిశోధకులు నీటిలోని ఉదజని, ఆప్లుజని వాయువులను వేరు చేయుటకు అత్యధిక నీలి కాంతి (అల్ట్రావైలెట్ కాంతి)ని

ఉపయోగించుచున్నారు కాని యీ ప్రక్రియ యింకా బాగా పనిచేయుట లేదు. ఈ కాంతిలో ఒక్క శాతాన్ని మాత్రమే యింధనంగా పరివర్తన చేయడానికి వీలు కలిగింది. కనుక అధిక (హై) ఫ్రీక్వెన్సీ గల ఊదారంగు కాంతిని, లేసర్ (Laser) ద్వారా జనింప చేసి, ఒక బీకరులో నీటిలో ఉంచిన టెట్రానియమ్ డయాక్సైడ్ క్రిస్టల్ మీద ఫోకస్ చేసి, ఒక ప్లాటినమ్ తీగ గుండా నాలుగో వంతులోపు వోల్టే ప్రేషతో విద్యుచ్ఛక్తిని నీటిలోనికి పంపగానే ఉదజని, ఆప్లుజని బుడగలు బుడగలుగా బీకరు నుండి బయటికి వెలువడ్డాయి. ఈ పద్ధతిని యింకా అభివృద్ధిపరచి దీని ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి తయారు చేయవచ్చునని శాస్త్రజ్ఞులు ఆశిస్తున్నారు.”

ఈ విభాగంలో నాలుగు ఉపభాగములున్నవి. మొదటి దానిలో వివిధ విద్యుజ్జనిత పద్ధతులు సూచింపబడి, మిగిలిన మూడు ఉపభాగములలోను విరివిగా అమలుతోనున్న జల, ఉష్ణ మరియు కేంద్రక విద్యుదుత్పాదన గూర్చి వివరింపబడినది. ఈ మూడు తరగతుల విద్యుదుత్పాదన కేంద్రములలోను విద్యుజ్జనకముల వరకు గల యేర్పాటులే వేరుగా నుండును. విద్యుదుత్పత్తి, తరువాత ఏర్పాటు అన్ని కేంద్రములలోను ఒకే మాదిరిగా నుండును. ఉష్ణ మరియు కేంద్రక విద్యుత్కేంద్రములలో జలబాష్ప పరిభ్రమణ విద్యుజ్జనక సముదాయము (Steam Turbo Alternator) ఒకే మాదిరిగా ఉండి యంత్రభ్రమణ వేగము (Speed) నిమిషమునకు 8000 భ్రమణములు (Revolutions) ఉండును. యంత్రములు క్షైతిజముగా అంటే అడ్డముగా (Horizontally) అమర్చబడి యుండును. అనగా పరిభ్రమణ విద్యుజ్జనకములు ఒకదాని ప్రక్క నొకటిగా కలుపబడి యుండును. జల విద్యుత్కేంద్రములలో 1000 అడుగులవరకు మట్టపు వ్యత్యాసము (Level Difference or Head) గల చోట్ల

యంత్రములు ఊర్ధ్వముగా అంటే నిలువుగా (Vertically) ఏర్పాటు చేయబడి క్రింద పరిభ్రమణి ఉండి, దానికి సరిగాపైన విద్యుజ్జనకము అమర్చబడి ఉండును. వీటి పరిభ్రమణ వేగము (Speed) నిమిషమున 150 నుండి 800 భ్రమణముల వరకు ఉండును. 1000 అడుగులకు పైగా మట్టపు వ్యత్యాసము ఉండి, పెర్లన్ పరిభ్రమణులు వాడు కేంద్రములలో మాత్రము యంత్రములు క్షైతిజముగా (అర్థముగా - Horizontally) అమర్చబడి యుండును. ఇంకొక మఖ్యభేద మేమిటంటే, జలవిద్యుత్ యంత్రములను త్వరగా నిశ్చల స్థితి (Idle state) నుండి, గతిస్థితి (Operation)కి తెచ్చి విద్యుదుత్పాదన జేయవచ్చును. ఉష్ణ విద్యుద్ యంత్రములలో నట్లుగాక నిశ్చలస్థితినుండి గతిస్థితికి తెచ్చి, తరువాత పూర్తి విద్యుదుత్పాదన స్థితికి తెచ్చుటకు కొన్ని గంటల వ్యవధి అవసర

మగను. దీని వలన ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములు అపబదకుండా వరుసగా సాధ్యమైనంత వరకు ఒకే బరువుపై (Load) పనిచేయింపబడి, గరిష్ఠావసర సమయములలోను, అధిక బరువు వేళల యండును. జల విద్యుత్కేంద్రములు పనిలోనికి తేబడుచుండును.

ఈ కేంద్రములన్నింటిలోను విద్యుదుత్పత్తి 11 లేక 18.8 కిలోవోల్టుల వోల్టేజీలో జరిగి విద్యుచ్ఛాలక బల పరివర్తనం (Transformers) ద్వారా 220 కి.వో (యిక ముందు ముందు 400 కి.వో)కి. పొచ్చు చేయబడి సరఫరా తండ్రి మార్గముల (Transmission Lines) ద్వారా సంగ్రహక కేంద్రము (Receiving Stations) లకు తరలించబడును. విద్యుత్ సరఫరా వ్యవస్థను గూర్చి తరువాత వేరొక వ్యాసములో చెప్పబడినది.

ఎ.ఆర్.యన్. రావ్.

## 263. విద్యుజ్జనక పద్ధతులు (Electricity Generation Methods)

పదార్థము లేక ద్రవ్యము (Matter) లోని అతి చిన్న విభాగమైన పరమాణువు (Atom)లో ఎలక్ట్రానులు, ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు కలవు. ఈ ఎలక్ట్రానుల ప్రవాహమునే విద్యుత్ ప్రవాహమందురు. ఎలక్ట్రానులు, ఋణ (Negative) విద్యుదావేశము (Charge) కలిగి యుండును. వీటి విద్యుదావేశము, ధన (Positive) విద్యుదావేశముచే ఆకర్షింపబడి ఋణధృవము నుండి ధనధృవము నకు యివి ప్రయాణము చేయును. ఈ ఎలక్ట్రాను ప్రవాహములను వివిధ పద్ధతులలో సృష్టించవచ్చును.

(73)

రసాయనిక విద్యుదుత్పాదన :

మొదట, రసాయనిక ప్రక్రియల ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తిని ఆవిర్భవింప జేసిరి. ఆప్టజనీకరణము, ఆదజనీకరణము (Oxidation and Reduction) ప్రక్రియలలో ఎలక్ట్రాను ప్రవాహములు శక్తి విడుదలతో కలిసి జరుగును. ఋణ, ధన ధృవములుగా పరిజేయు మూలకములను విద్యుద్విశ్లేషకములో (Electrolyte) నుంచి రెండు మూలకములను విద్యుద్వాహకముద్వారా కలిపిచో ఋణధృవముగా పనిజేయు మూలకము - కడ్డి లేక ప్లేటు - నుండి విద్యుద్వాహకము ద్వారా ఈ ఎలక్ట్రానులు, ధన

ధృవముగా పనిచేయు మూలకమునకు ప్రయాణము చేయుట వలన విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పడును. సాంప్రదాయ ( Conventional ) ప్రవాహాదిశ ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహాదిశకు ఎదురుగా ఉండును.

ఋణధృవములోని మూలకము పూర్తిగా ఆప్టజనీకరణము నొంది (ఆనగా ఎలక్ట్రానులను పోగొట్టుకొని) విద్యుద్విశ్లేషకములో కరగిపోయి, ఆయానిక్ రూపములోనికి మారిపోవునంతవరకు విద్యుత్ ఘటమాలలు అనబడే ఈ సాధనములు పని జేయును; కాని యీ ప్రవాహ బలములు చాల తక్కువ. ఈ పద్ధతిలో లభించు విద్యుచ్ఛక్తి మానవాళి అవసరముల నెంత మాత్రము తీర్చ జాలదు. వోల్టా, లెక్లాంబి, డానియల్ మొదలగు శాస్త్రజ్ఞులు వివిధ రకముల మూలకములను వేర్వేరు విద్యుద్విశ్లేషకముల ఉపయోగించి వివిధ ఘట మాలలను అవిష్కరించెరి.

**విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణము :**

మైకేల్ మహళాయుడు 1831 వ సంవత్సరములో ఆయస్కాంత క్షేత్రములో విద్యుద్వాహకపు కదలిక యున్న యెడల ఆ వాహకములో విద్యుచ్ఛాలక బలము ఉత్పత్తియగునని కనిపెట్టెను. ఈ దృగ్విషయాన్ని “విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణము” అని అందురు. ప్రస్తుతము ప్రపంచములో తయారగు విద్యుచ్ఛక్తి చాలవరకు యీ పద్ధతిలోనే తయారగుచున్నది.

ఈ పద్ధతిలో పనిచేయు యంత్రములలో అతి బలమైన యాంత్రిక శక్తి ద్వారా విద్యుద్వాహకములు ఆయస్కాంత క్షేత్రములో పరిభ్రమింప చేయబడును. తద్వారా విద్యుద్వాహకములలో ఎలక్ట్రాన్లు ప్రవాహము కలుగును. మరియు ప్రతి ఆర్ధ భ్రమణమునకు ప్రవాహాదిశ మారుచుండును. ఈ విధంగా జనించిన విద్యుత్ ప్రవాహమును ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహము అని యందురు.

ఈ విద్యుత్ జనక యంత్రము (డైనమో లేక జనరేటరు)లు-వివిధరకముల శక్తుల నుపయోగించి యాంత్రిక శక్తిని సమకూర్చే సాధనములకు, అనగా ప్రాథమిక పరిభ్రమణ యంత్రముల (Prime Movers)కు-కలుపబడి త్రిప్పబడును. ఈ ప్రాథమిక పరిభ్రమణ యంత్రములను త్రిప్పటకు వాడు ప్రాథమిక శక్తినిబట్టి జలవిద్యుత్ మరియు ఉష్ణ విద్యుత్ అని విద్యుదుత్పాదన రెండు రకములుగా యున్నది.

**జల విద్యుదుత్పాదన :**

జలపాతములలోను, మరియు నదులు హెచ్చు ఏటవాలుగా ప్రవహించుభాగము(Rapids)లలోను, నీటికి ప్రవాహ వేగము వలన హెచ్చు చలన శక్తి లభిస్తుంది టర్బైన్ లనబడు పరిభ్రమణ యంత్రములలోనికి యీ నీటిని ప్రవహింపజేసి ఈ చలన శక్తిని యంత్ర పరిభ్రమణమునకు ఉపయోగించుచున్నారు. మరియు లోయలలో ప్రవహించు నదులకు అడ్డముగా ఎత్తైన అడ్డకట్టలు (డామ్లు) కట్టి నీటిని కృత్రిమ జలాశయములలో నిలువ జేయుదురు. అట్టి జలాశయములోని నీటిమట్టమునకును డామ్ క్రిందివైపు నదిలో నీటిమట్టమునకును ఉన్నవ్యత్యాసము వలన నీరు డాముగుండా దిగువకు ప్రవహించునపుడు చాలా వేగమును పుంజుకొని శక్తి పూరిత మగును. ఈ జలమును దిగువ మట్టములో నెలకొల్పబడిన నీటి చక్రముల గుండా ప్రవహింపజేసిన యెడల నీటి చక్రములు త్రిప్పబడి వాటికి కలుపబడిన విద్యుజ్జనకములు తిరిగి విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి చేయబడును.

**ఉష్ణ విద్యుదుత్పాదన :**

రెండు విభిన్న విద్యుద్వాహక మూలకముల (కడ్డీల) కొనలను కలిపి ఆ రెంటి సంధి స్థానములను వివిధ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద యుంచిన యెడల ఆ రెండు స్థానముల మధ్య విద్యుచ్ఛాలక బలము

కలుగునని కనిపెట్టబడెను. కాని యీ పద్ధతిలో లభించు విద్యుచ్ఛక్తి అత్యల్పము. కొన్ని విద్యుత్ పరికరాలకు మాత్రము యీ పద్ధతిలో లభించు విద్యుత్తును ఉపయోగించు చున్నారు. అందుచే ఉష్ణశక్తిని తగిన ప్రాథమిక పరిభ్రమణ యంత్రముల ద్వారా యాంత్రిక శక్తిగా మార్చి, దీని వలన విద్యుత్పాదక యంత్రములను త్రిప్పి విద్యుచ్ఛక్తిని తయారు చేయుట జరుగుచున్నది.

ఉష్ణ శక్తినిచ్చే ఇంధనములు: రాక్షసి బొగ్గు, ఖనిజ తైలము మరియు ఖనిజవాయువులు. మొదట స్టీమ్ యింజను, అంటే ఆవిరి యంత్రము అవిష్కరించ బడినది. ఇంధనములలోని ఉష్ణముచే నీటిని ఆవిరిగా మార్చి, యీ నీటి ఆవిరితో ఆవిరి యంత్రము నడుపబడును. అందువల్ల దానికి సంధింప బడిన దైనమో తిరిగి విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయును. ఈ పద్ధతిలో జరుగు విద్యుదుత్పత్తి యొక్క కార్యదక్షత (Efficiency) చాలతక్కువ. ఆవిరి పరిభ్రమణ యంత్రములను, అంటే స్టీమ్ టర్బైన్లను, కనిపెట్టిన తరువాత యీ పాతపద్ధతి వాడకం తగ్గిపోయినది. ఉష్ణశక్తితో నీటిని బాయిలర్లలో అత్యధిక ఉష్ణోగ్రత మరియు అధిక పీడనము గల ఆవిరిగా మార్చి, ఆ ఆవిరిని దాదాపు శూన్య పీడనమునకు వ్యాకోచింప జేయుటచే లభ్యమగు చలన శక్తి, యీ స్టీమ్ టర్బైనులను చాలా వేగముగా (అంటే నిమిషమునకు 3000 లేక 3600 భ్రమణములు) త్రిప్పును. ఈ టర్బైనులు దాదాపు 40 శాతము కార్యదక్షతతో పనిజేయును. మరియు చాలా స్తోమత (Capacity)కు (1000 నుండి 1200 మెగా వాట్ల వరకు) నిర్మాణము చేయవచ్చును. అందువలన సర్వవ్యాప్తముగా యీ సాధనములు వాడుకలోనున్నవి.

డిజెలు నూనెతో నడచు డీజెలు యంత్రములను విద్యుజ్జనకములకు సంధించి, విద్యుచ్ఛక్తిని తయారుచేయుట-చిన్న తరహా (షూమరు 5 లేక

10 కిలో వాట్ల నుండి), మధ్యతరహా (1000 నుండి 2000 కిలో వాట్ల వరకు) అవసరములకు-పొదుపు యన మార్గము.

ఖనిజ వాయువు లభించు ప్రదేశములలో యీ వాయువుతో వాయు పరిభ్రమణ యంత్రము (Gas Turbine) ను నడిపి తద్వారా పై చెప్పబడిన విధముగా విద్యుచ్ఛక్తిని పొందవచ్చును. ఖనిజ వాయువు లేనిచో డీజెల్ ఆయిలును ఉపయోగించవచ్చును. కాని ఖరీదు యొక్క-వగుచు ఈ యంత్రములకు అతి త్వరగా పనిలోనికి తీసుకు రావచ్చును. అవసరము తీరిన వెంటనే నిల్పివేయవచ్చును. అందువలన వీటిని ముఖ్యముగా గరిష్ఠావశ్యక సమయములలో ఉపయోగించెదరు.

పరమాణు కేంద్రక విద్యుదుత్పాదన :

పరమాణు విచ్ఛిత్తిని సాధించి అపారమైన శక్తిని ఉద్భవింప జేయుటకు వీలున్నదని రెండవ ప్రపంచ యుద్ధకాలములో కనిపెట్టిరి. ఈ అణువిచ్ఛిత్తిని కేంద్రక ప్రతిక్రియా జనకములో (Reactor) అదుపు ప్రక్రియ (Controlled Process) ద్వారా పరిమిత స్థాయిలో సాధించి, పరిమిత ఉష్ణ శక్తిని పొంది యీ ఉష్ణశక్తిని నీటిని ఆవిరిగా మార్చుటకు ఉపయోగించు చున్నారు. ఈ నీటి యావిరితో స్టీమ్ టర్బైనును, దానికి సంధించిన విద్యుదుత్పాదక యంత్రమును నడిపెదరు. అణు శక్తికి కావలసిన ఇంధనములు: యురేనియమ్<sup>235</sup> మరియు కృత్రిమ మూలకమైన ప్లటోనియమ్. పరమాణు కేంద్రక సమ్మేళనం ద్వారా అపరిమితమైన శక్తిని ఉద్భవింప జేయుటకు వీలున్నదని కనుగొనిరి. సూర్యునిలో ఉద్భవింపజేశక్తికి కారణము పరమాణు కేంద్రక సమ్మేళనమే. ఉదజనిబాంబు (మారణాయుధము) యీ ప్రక్రియ వలననే పని చేయును. ఈ పరమాణు కేంద్రక సమ్మేళన ప్రక్రియను విచ్ఛల విధిగా గాక అదుపులో సాధి

చుటకు ప్రయోగములు జరుపు చున్నారు. ఈ ప్రయోగములు విజయవంతమైనచో అపారముగా లభించు నీటిలో నుండి బార ఉదజని (Heavy Hydrogen)ను తయారుచేసి, దానిని ఉపయోగించి అతులేని శక్తిని ఉత్పాదన చేయవచ్చును.

### ఇతర పద్ధతులు

భూగర్భములో నుండు ఉష్ణగుండముల నుండి వచ్చు నీటియావిరి నుపయోగించి న్యూక్లియోనిక్ మరయు కొన్ని ప్రదేశములలో విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదన జరుగుచున్నది. సముద్రపు అటుపోటుల నలన కలిగే నీటిపట్టుములోని వ్యత్యాసమును యాంత్రిక శక్తిగా మార్చి విద్యుత్ కేంద్రములను నడుపవచ్చును. వీచే గాలిలోని చలనశక్తితో గాలి మరలను పనిచేయించి విద్యుచ్ఛక్తిని పొందవచ్చును.

పై పద్ధతులన్నిటిలో వివిధ శక్తులను యాంత్రిక శక్తిగా మార్చి, విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదన జరుగుచున్నది. ఉష్ణ శక్తిని యాంత్రిక శక్తిగా మార్చుటలో దక్షత చాల తక్కువ. అందువలన ఉష్ణశక్తిని నేరుగా విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుటకు ప్రయోగములు జరుగుచున్నవి. వీటిలో అయస్కాంత ద్రవగతి పద్ధతి యిప్పుడు (Magneto HydroDynamics) ప్రయోగాలలో రూపొందుచున్న కొత్త పద్ధతి. ఈ పద్ధతి, అమితంగా వేడి చేయబడిన వాయువును అతివేగంగా అయస్కాంత క్షేత్రము గుండా పోనిచ్చిన విద్యుదుత్పాదన కలుగునన్న సూత్రము పై ఆధారపడి ఉన్నది. ఈ ప్రయత్నములు, ప్రయోగములు సఫలమై అతి సందిగ్ధ తాపక్రమముల (Super Critical Temperatures) వల్లను, అతివాయువువేగము వల్లను యేర్పడు క్లిష్టద్రవీభవన

(Melting Point), మర్దణ (Friction) పరిస్థితులకు తట్టుకునే దాతు మిశ్రమము (Alloy) లను కనుగొన్నప్పుడు యీ పద్ధతి ఎక్కువగా అమలులోనికి వచ్చుటకు అవకాశముండును.

కాంతిశక్తిలో పోటాన్సు ఎలక్ట్రాను ప్రవాహమును కలుగజేయును. ఈదృగ్విషయమును "ఫోటో ఎలక్ట్రిసిటీ" అందురు. సూర్యుని కాంతిపుంజములు - సూర్యకిరణ ఘటమాలలు, "సోలార్ సెల్స్" అనిబడు సాధనములపై సోకినంతనే విద్యుత్ప్రవాహము కలుగును. ఈ విద్యుచ్ఛక్తిని వ్యోమ వాహిక నౌకలలో ఉపయోగించు చున్నారు. భవిష్యత్కాలములో ప్రపంచములో ఇంధనముల కొరత యేర్పడినప్పుడు యీ పద్ధతి చాల ఉపయోగపడగలదు. కాని యీ పద్ధతిలో హేచ్చు స్థాయి విద్యుదుత్పాదన చేయుటకు యింకా ప్రయోగములు చేయవలసి యున్నది.

ఇంధన ఘటమాలలు (Fuel Cells) అను సాధనములు-ఉదజని, ఆప్టజని మరి యితర రకముల వాయువుల మధ్య జరిగే రసాయనిక ప్రక్రియ ద్వారా విడుదలగు-శక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చును. వీటి దక్షత చాల ఎక్కువ. మరియు వాతావరణ కాలుష్యము (Atmospheric Pollution) వంటి దుష్ఫలితములుండవు.

మానవునికి విద్యుచ్ఛక్తి అవశ్యకత రోజు రోజుకు పెరుగుచున్నది. ఈ అవసరములను తీర్చుటకు, మరియు తరిగిపోవు ఇంధనముల వలన యేర్పడగల కొరతను తీర్చుటకు విశ్రుత ప్రయోగములు చేసి కొత్త పద్ధతులను అవిష్కరింప వలసిన అవసరము యెంతైన గలదు.

## 264. జల విద్యుదుత్పాదన (Hydro-electric generation)

**జల విద్యుత్ కేంద్రములు - వాటి ప్రాముఖ్యము :**

విద్యుదుత్పాదనకు అనువగు ఖనిజ బొగ్గు నిల్వలు మరి యితర యింజనములు మితముగా యుండుట వలనను, జల విద్యుత్ జనక యంత్రములు చాల తక్కువ వ్యవధిలో నిశ్చల స్థితినుండి, గతిస్థితిలోనికి తేలిక విద్యుదుత్పాదనకు అనువుగా యుండుట వలనను విద్యుదుత్పాదనలో జలవిద్యుత్ కేంద్రములు అధికమైన ప్రాధాన్యము పొందుటయే గాక, లాభదాయకములని ఋజువు పరచబడినది. ఆమెరికా, రష్యా, స్వీడను, కెనడా. జపాను, మొదలగు అభివృద్ధి చెందిన దేశములలో పెద్ద పెద్ద జలాశయములను నిర్మించి, ఆ నీటిని జల టర్బయనుల గుండా ప్రవహింపజేసి పెద్ద పెద్ద జల విద్యుత్ కేంద్రములు - నెలకొల్పి అభివృద్ధిజేసిరి. జలవిద్యుత్ కేంద్రములు-అనువగు కొన్ని చోట్ల కేవలము విద్యుదుత్పాదనకే గాక, నీటి పారుదల, వ్యవసాయము, వరద నిరోధక పథకములతో జత పర్చి-బహుళార్థ ప్రయోజనకర (Multipurpose) పథకములుగా కూడా రూపొందించబడినవి.

ఈ రోజులలో అధికముగా బొగ్గునిల్వలు కలిగి యున్న ఇంగ్లండు మొదలగు దేశములలో కూడ, బొగ్గును ఆదాచేయు నిమిత్తము నీటి సామర్థ్యమును ఉపయోగించి నెలకొల్పు జలవిద్యుత్ కేంద్రములకు ఎక్కువ ప్రాధాన్యము యివ్వబడుచున్నది.

భారతదేశములో కూడ యిదివరకే భక్రా నంగలు, హిరాకుడ్, మాచ్ ఖండు, శరావతి

మొదలగు పెద్ద జలవిద్యుత్ కేంద్రముల పనిపూర్తి చేయబడి జల విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి చేయబడుచున్నది. మరియు, శ్రీకైలము, నాగార్జున సాగరము, కాళినది, ఇడికి మొదలగు జల విద్యుత్ పథకముల నిర్మాణము శ్రీ చురుకుగా జరుగుచున్నది.

**జల విద్యుదుత్పాదనకు అనువగు ముఖ్య పరిస్థితులు :**

జల విద్యుదుత్పాదనకు కావలసినంత నీరు, ఉపయోగించుటకు తగినంత ఎత్తు (Head) లో వుండవలయును. గంగా, కృష్ణా, గోదావరి మొదలగు జీవనదులలో తగుచోట్ల ఎత్తైన ఆడ్డకట్టలు (Dams) కట్టి ఆ విధంగా ఎత్తు మట్టములో నిలువ చేయబడిన నీటిని ఉపయోగించి చాల చోట్ల విద్యుచ్ఛక్తిని లాభదాయకముగా ఉత్పత్తి చేయవచ్చును. కొన్ని చోట్ల వ్యవసాయమునకు జలాశయముల నుండి ఉపయోగించు నీటితోకూడ, వ్యవసాయమునకు విడుచుముదు, కాలవలు లేక సౌరంగముల ద్వారా నీటిని తగినంత ఎత్తునుండి పల్లమునకు మళ్ళించి జల టర్బయనుల గుండా యీ నీటిని పంపి విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పాదన చేయవచ్చును. వీటిని కాలువ జల విద్యుత్ కేంద్రములందురు. విద్యుత్ కేంద్రమునుండి బయటకు వచ్చు నీరు వ్యవసాయ కాలవలోనికి పోవును.

**3. జల విద్యుదుత్పాదన సూత్రము :**

అనువగు ప్రదేశములలో లభించు నీటి మొత్తము, ఎత్తులేక మట్టములోని తారతమ్యమును అను

సరించి, ఎంత విద్యుదుత్పత్తి చేయవచ్చునో ఈ క్రింది సూత్రమును అనుసరించి అంచనా వేయవచ్చును. ఒక పౌను బరువు గల నీరు “క” అడుగుల ఎత్తున యున్న యెడల అది “క అడుగు పౌనుల” అనుద్యుత శక్తి లేక స్థితిశక్తి (Potential energy) ని కలిగియుండును. ఒక ఘనపుటడుగు నీటి బరువు 02.5 పౌన్లు. అందుచే సెకనుకు ఒక ఘనపుటడుగు వేగముతో ప్రవహించు నీరు, సెకనుకు 02.5 పౌనుల నీటిని తీసుకొని వెళ్లును. ఈ వేగముతో యీ నీరు ఒక అడుగు ఎత్తునుండి దిగజారిన, దీనిలో యిమిడి యున్న సామర్థ్యము లేక బలము-సెకనుకు 02.5 “పౌను అడుగులు”. నీటిని ఎత్తు మట్టము నుండి దిగువ మట్టమునకు వదలినప్పుడు దానికి కలిగిన చలనము వల్ల స్థితిశక్తి, ఈ చలన శక్తి (Kinetic Energy) గా మారును. ఈ విధంగా చలన శక్తిని వుంజుకున్న నీటిని జల పరిభ్రమణ యంత్రము (Water turbine) గుండా పంపినయెడల పరిభ్రమణ యంత్రము భ్రమించి నీటి చలన శక్తి, యాంత్రిక శక్తి (Mechanical energy) గా మార్చబడును. టర్బైన్ తిరుగుటవల్ల దానికి సంధింపబడిన విద్యుజ్జనకము (Electric Generator) త్రిప్పబడి, యాంత్రిక శక్తి విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చబడును. ప్రతిసారి శక్తి ఒక రూపము నుండి మరొక రూపమునకు మార్పుపొందినప్పుడు, నీటి గొట్టములోని మరియు యంత్ర భ్రమణంలోని మర్షణ (Friction) వల్లను, యంత్రము తిరుగునప్పుడు ఎదుర్కొనబడు, వాయు పీడనము (Windage) వల్లను, కొంత శక్తి ఉపయోగింపబడి చివరకు వచ్చు విద్యుచ్ఛక్తి-మొదట నీటికి వున్న స్థితిశక్తి కన్న-తక్కువగ ఉండును. ఈ రెంటికి గల నిష్పత్తిని కార్యదక్షత (Efficiency) అందురు. అనుభవం మీద తెలుసుకొనబడిన యీ కార్యదక్షతను బట్టి, ఎత్తు మట్టము నుండి ‘క’

అడుగుల దిగువకు నీటిని ప్రవహింపజేసి విద్యుత్ ను జనింప చేసిన వచ్చు విద్యుత్ సామర్థ్యమును యీ క్రింది సూత్రము యిచ్చును.

$$\left. \begin{array}{l} \text{కిలో వాట్టులలో విద్యుత్} \\ \text{సామర్థ్యము} \\ \text{(Power in kilowatts)} \end{array} \right\} = \begin{array}{l} \text{'క' అడుగుల ఎత్తు} \\ \text{మార్పు} \times \text{నీటిపుత్ప} \\ \text{ర్గము (Discharge-} \\ \text{ఘనపుటడుగుల} \\ \text{సెకండ్లలో)} \div 15.5 \end{array}$$

(15.5 స్థిరాంకము (Constant) అనుభవము, మీద తెలుసుకొనబడిన శక్తిమార్పులోని కార్యదక్షతను బట్టి నిర్ణయింపబడినది.)

4. జల విద్యుత్ కేంద్ర స్థాపన కనువగు స్థలము నెన్నిక చేయుట.

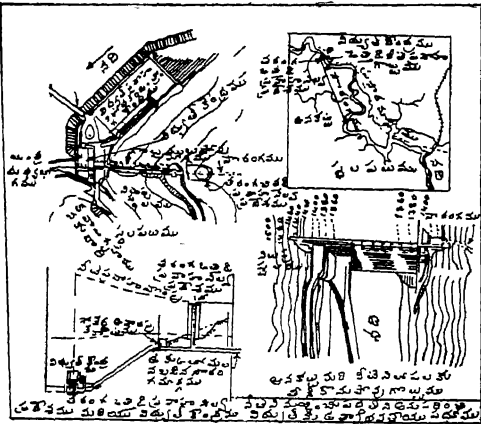
జల విద్యుత్ కేంద్రముల కనువగు ప్రదేశములు అక్కడి భూమి యొక్క ప్రకృతి ధర్మము, లభించు నీటి పరిమాణము, విద్యుత్కేంద్ర స్థాపనకు అనువగు ప్రదేశము, మరియు భూ మట్టి తారతమ్యముల మీద ఆధారపడి యుండును. విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తికి కావలసినంత నీరు ఎప్పుడు ఒకే మోస్తరుగా లభించక పోయినప్పటికి, అట్లు లభింప చేయుటకు వీలుగా జలాశయములను నిర్మించుట కనువగు ప్రదేశమును ఎంచుకొన వలయును. రాములు, లేక అడ్డకట్టలు కట్టి జలాశయములు నిర్మించ వలసినదైన యెడల, ఉపయోగావసరమును బట్టి విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదనకు ఎక్కువగా నీరు జలాశయముల నుండి తీసుకొని టర్బయినుల గుండా ప్రవహింప జేసి, క్రిందికి వదలనప్పుడు, ఆ నీరు దిగువ ప్రాంతములలో వరదలుగా మారి ముప్పు చేయకుండునట్లు అనువగు ప్రదేశములను ఎన్నుకొన వలయును. మరియు యిటువంటి జలాశయముల కనువగు ప్రదేశములను ఎన్నిక చేయుటకు ముందు ఆ జలాశయము నిర్మించు ప్రదేశము నందలి నేలయొక్క పటిష్ఠతను బాగుగా పరిశీలించ





ప్రవహించు నదులు విద్యుదుత్పాదనకు చాల అనువుగా వుండును. అట్టి పరిస్థితుల నుపయోగించుకొని నిర్మింపబడు విద్యుత్కేంద్రములు యీ తరగతికి చెందును. ఈ పద్ధతిలో ఎగువ మట్టములో ప్రవహించు నదీభాగంపై జలాశయ నిర్మాణమునకు అనువగు స్థలము వద్ద పెద్ద అడ్డకట్ట (Dam) నది కడ్డంగా నిర్మింపబడును. ఈ జలాశయములోని నీరు ఒకే ఎత్తులో నిర్మింపబడిన కాలువ (Con-tour canal) లేక సౌరంగము ద్వారా మళ్ళింపబడి తగినచోట కొండలందు దాకా తీసుకొని పోబడును. ఈ నీటి మార్గము కొంత కాలువగాను, కొంత సౌరంగముగాను కూడా వుండవచ్చును. అట్లు కొండ అందుదాకా తేబడిన నీరు-కొండవారు మీదుగా ఏర్పాటు చేయబడిన పెద్ద నీటి గొట్టముల (Pen stocks) ద్వారా-దిగువ గొట్టమునకు తీసుకొని పోబడి, దిగువ మట్టములో నిర్మింపబడిన జల శ్రమణ యంత్రముల (Water turbines) ద్వారా ప్రవాహించి మరల దిగువ మట్టములోని నదీ మార్గమును చేరును. ఈ విధముగా త్రిప్పబడిన టర్బైన్లు, వాటికి సంధింప బడిన, విద్యుజ్జనకముల (Generators)ను క్రమింపచేయుట ద్వారా విద్యుదుత్పత్తి జరుగును.

ఈ పద్ధతి ననుసరించి విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి చేయు, విద్యుత్ కేంద్రముల నమూనా పథకమును రెండవ పటములో చూడవచ్చును.



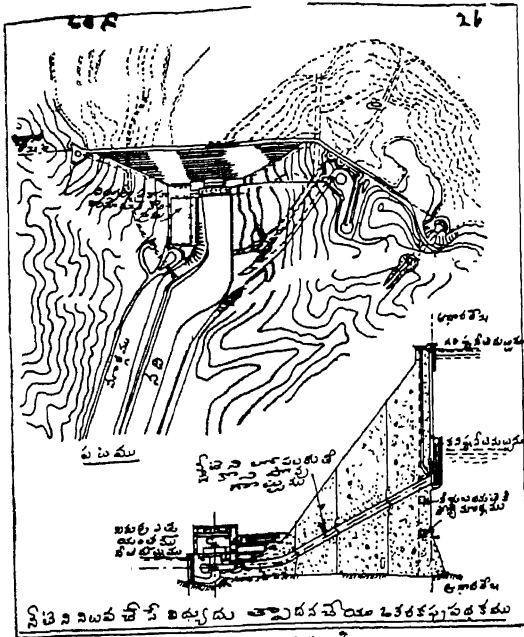
పటము - 2

మాచ్ బండ్, ఎగువ నీరేరు, దిగువ నీరేరు జల విద్యుత్పథకములు యీ తరగతికి చెందును.

(iii) నిలువ నీటి జలాశయ విద్యుత్ కేంద్రములు.

నదీ లోయలో నది యొక్క నేల మట్టము నందు ఎక్కువ వాలు లేకపోయినప్పటికి జలాశయ నిర్మాణమునకు అనువగు స్థలమున్న యెడల యీ పద్ధతి క్రింద విద్యుత్కేంద్రము ఏర్పాటు చేయవచ్చును.

ఈ తరగతి పథకములో నదీ లోయలో జలాశయ నిర్మాణమున కనువగు, స్థలములో తగిన రీతిగా పెద్ద డామును కట్టి పెద్ద జలాశయము ఏర్పాటు చేయబడును. అప్పుడు డాముకు ఎగువ వైపు సరస్సులోని నీటి మట్టము-డాము దిగువ వైపు నదియొక్క నేలమట్టము కంటే ఎక్కువగా వుండును. మట్టపు ఈతారతమ్యమును ఉపయోగించుటకు డాములో తగిన దిగువ మట్టములో నీటి గొట్టముల (Penstock Pipes)ను విగించి, డాముకు దిగువ వైపు నిర్మింపబడిన జల టర్బయిను గుండా నీటిని ప్రవహింపజేసి, విద్యుదుత్పాదన చేయబడును. ఈ విధముగా ప్రవహింప చేయబడిన నీరు, మరల నదిలోనికివదలబడి, నదీ లోయలోని దిగువ ప్రదేశముల (Down Stream areas)లో యితర ఉపయోగములకు పనికివచ్చును. ఈ పద్ధతిలో లభ్యమగు నీటిని కేవలము విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదనకే గాక, వ్యవసాయము లేక నీటి సరఫరా నిమిత్తము బహుళార్థ ఉపయోగములతో జతపర్చి, జల విద్యుత్కేంద్రములు నిర్మించ వచ్చును. ఈ పద్ధతి ననుసరించి నిర్మించు జల విద్యుత్ పథకము నమూనాను మూడవ పటములో చూడవచ్చును.



పటము - 8

తుంగభద్ర, శ్రీశైలము, నాగార్జున సాగరు జల విద్యుత్కేంద్రములు యీ తరగతి క్రిందికి వచ్చును.

#### (iv) పరివర్తనీయ లేక పంపు జలాశయ విద్యుత్కేంద్రములు:

ఏ పెద్ద జలాశయము వద్దనైనా దానికి మరింత ఎత్తు ప్రదేశములో కాని లేక దిగువ మట్టములో కాని చిన్న జలాశయము నేర్పాటు చేయుటకు అనువగు స్థలమున్న యెడల అక్కడ యీ పద్ధతి జల విద్యుత్కేంద్రములను ఏర్పాటు చేయ వచ్చును. ఈ రెండు జలాశయములలోను ఏది దిగువ మట్టములో వుండునో అక్కడ విద్యుత్కేంద్రముండును. ఈ కేంద్రములో నెలకొల్పబడు జల పరిభ్రమణ యంత్రము (Water turbine) పరివర్తనీయ (reversible) తరగతికి చెందివుండును. అనగా నీరు పై నుండి ప్రవహించి టర్బైన్ను త్రిప్పిన అది విద్యుజ్జనకము (generator) ను త్రిప్పి విద్యుదు

త్పత్తికి తోడ్పడును. ప్రవహించిన నీరు క్రింద సరస్సులోనికి చేరును. విద్యుజ్జనక యంత్రమునకు బయట నుండి విద్యుచ్ఛక్తిని లోనికి ప్రసరింపజేసిన విద్యుత్ ప్రభుణ యంత్రము (electric motor) గా పనిచేసి టర్బైన్ను, త్రిప్పును అప్పుడు టర్బైన్ పంపు తీరుగా పనిచేసి క్రింది సరస్సులోని నీటిని పై సరస్సులోనికి ఎగుమతి చేయును. మరల ఆ నీటిని అవసరమున్నప్పుడు క్రిందికి వదలి విద్యుదుత్పత్తి చేయవచ్చును టర్బైన్ను పరివర్తన యంత్రముగా పనిచేయుటకుకు కావలయు విద్యుచ్ఛక్తిని ఉష్ణలేక కేంద్రక (Thermal or nuclear) విద్యుత్కేంద్రముల నుండి మిగులు సమయములలో అనగా విద్యుదవసరము తక్కువగా వున్న రాత్రివేళలో ఉపయోగించి. నీటిని పై జలాశయమునకు ఎగుమతి చేయుదురు. విద్యుదవసరము చాల ఎక్కువై ఆదనపు విద్యుత్పామర్యం (Electric power) అవసరమైన రద్దీ సమయములలో, యీ నీటిని దిగువకు పంపి అదనపు విద్యుదుత్పాదన కావించుదురు.

ఈ పద్ధతి పథకములలో ఒకే నీరు ఎగుమతి, దిగుమతికై పునఃయోగింపబడుటచే నీరు ఎక్కువగా ఖర్చుకాదు. ఇట్టి పథకములు పంపు జలాశయ పథకములనబడును. ఈ పంపు జలాశయ పథకములు ఎక్కువగా, నార్వే, స్వీడను, ఆమెరికా, కెనడా, జపాను, మొదలగు దేశములలో అభివృద్ధి చెందినవి. భారత దేశములో కూడ యిట్టి పంపు జలాశయ పథకములకు ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లో నాగార్జున సాగరు, తమిళనాడులో కడంబరా, అనువగు ప్రదేశములుగా ఎంచబడి, పథకములు రూపొందించబడి నిర్మాణ కృషి జరుగుచున్నది.

#### 6. జలవిద్యుత్ పథకము ముఖ్య భాగములు:

(i) నదిలో కట్టబడు అడ్డకట్టలేక రాము :

దీనివల్ల నదిలో ప్రవహించునీరు అరికట్టబడి, దాము ఎంత ఎత్తువుండునో అంతవరకు కృత్రిమ సరస్సు ఏర్పడి వీరు నిల్వ చేయబడును.

(ii) సామర్థ్య నీటి కాలువ (Power canal) :

దాము వలన అరికట్టబడిన నీరు మళ్ళింప బడి కొండవాలు మీదుగా క్రిందకు వదలుటకు అనువగు స్థలము వరకు తీసుకొని పోవుటకు ఏర్పాటు చేయుకాలువ. ఇది దీనిలోనినీరు విద్యుదుత్పాదనము నకు ఉపయోగింపబడును. కాన యీ కాలవను సామర్థ్య నీటి కాలువ అందురు.

(iii) ముఖ జలాశయము (Forebay):

ఏ కొండవాలు నీటిని క్రిందకు వదలుటకు నిర్ణయింప బడినదో, ఆ కొండ పైభాగమున అనువగు స్థలములో యిది ఏర్పాటు చేయబడి, సామర్థ్య కాలువద్వారా తేబడునీరు యీ ముఖ జలాశయము లోనికి చేర్చబడును. ఈ జలాశయ పరిమాణము చిన్నదిగా వుండును.

4. ఒత్తిడి సొరంగము (Pressure Tunnel):-

ముఖ జలాశయము ఏర్పాటు చేయబడిన స్థలమును బట్టి, నీటిని వాలు గొట్టములద్వారా దిగుమతి చేయుటకు కొన్ని కొన్ని చోట్ల కొండ గుండా సొరంగము చేసి, ఆ సొరంగము ద్వారా నీటిని సరఫరా చేయవలసిన అవుసరముండును. ఈ సొరంగ ముఖ ద్వారము ఎప్పుడూ నీటిలో మునిగి ఉండుట వల్ల యీ సొరంగము ఎప్పుడును నీటి ఒత్తిడి శక్తికి లోనై వుంటుంది.

5. వాలుగొట్టములు (Penstocks) :-

ఒత్తిడి సొరంగము ద్వారా ప్రవహించు నీరు వాలుగొట్టముల ద్వారా కొండవాలు మీదుగా, దిగువ మట్టమున ఏర్పాటు చేయబడిన విద్యుత్కేంద్రమునకు ప్రవహించును. ఈ గొట్టముల ద్వారా

ప్రవహించు నప్పుడు నీరు చలనశక్తిని పుంజుకొని క్రిందకు చేరునప్పటికి శక్తివంతముగాను అతి వేగముగాను ప్రవహించును. దామువెనుక, దిగువగా ఏర్పాటు చేయబడు విద్యుత్ కేంద్రముల విషయములో, పైచెప్పబడిన సామర్థ్యకాలువ, ముఖ జలాశయము, ఒత్తిడి సొరంగములు వుండవు. వాలు గొట్టములు ఎక్కవ నిడివిగా వుండక దాములో క్రిందిమట్టములో అమర్చబడి వుండును.

6. విద్యుత్ కేంద్రము (Power House)

దీనిని ఎంత దిగువమట్టములో నిర్మించుటకు వీలగునో అంత దిగువ మట్టములో నిర్మింతురు. కొండపై నుండి (లేక దాము ద్వారా) వచ్చు వాలు గొట్టములు విద్యుత్కేంద్ర భవనము లోనికి ప్రవేశించును. ప్రతి గొట్టమునకు చివర ప్రవేశ కవాటము (Inlet Valve) ఏర్పాటు చేయబడును. ఈ కవాటము వాలుగొట్టము ద్వారా వచ్చు నీటిని నిలుపుటకు, వదలుటకు మరియు అవసరమును బట్టి క్రమబద్ధము (Regulate) చేయుటకు నిర్ణయింపబడినది.

ప్రవేశ కవాటము దాటిన పిమ్మట నీరు జల చక్రము (Water Wheel) నందు ప్రవేశించును. జల పరిభ్రమణ యంత్రములు సూత్రప్రాయంగా రెండు పద్ధతులకు చెందును. మొదటి పద్ధతిలో నీటియొక్క ఒత్తిడిశక్తి ద్వారా పుల్చన్నమైన ప్రతిక్రియ (reaction) నీటి చక్రము యొక్క రెక్కల మీద ప్రయోగింపబడి, చక్రము భ్రమింప చేయబడును. ఈ సూత్రము ప్రకారం పనిచేయు కప్లాన్ (Kaplan) టర్బైన్లను, నీటి మట్టము వ్యత్యాసము 100 అడుగులలోపుగా వున్న స్థలములో, యీ మట్టములో ఏర్పడు పాచ్చు తగ్గల కాల పరిమాణమును బట్టి, వాడుదురు. సామాన్యంగా తక్కువ మట్టపు వ్యత్యాసము గల కాలువ కలిగిన జల విద్యుత్ పథకములలో యివి ఉపయోగింప బడును.

ప్రతిక్రియా సూత్రంపైనే పనిచేయు ప్రాస్పిన్ టర్బైన్లు-100 అడుగుల నుండి 1500 అడుగుల వరకు మట్ట వ్యత్యాసము గల స్థలములలో-వాడ బడును.

రెండవ పద్ధతికి చెందిన జల పరిభ్రమణ యంత్రములు, నీటిచలన శక్తి మరియు పెగం ద్వారా లభ్యమగు తాకిడిబలము(Impulse force) వలన త్రిప్పబడును. ఈ పద్ధతి చక్రములకు బాల్పీల వంటి రెక్కలుండి, శక్తియుత జలము, దారగా-బలంగా, యీ రెక్కలను తాకి చక్రమును త్రిప్పును. ఇటువంటి పెల్టన్ (Pelton) చక్ర పరిభ్రమణ యంత్రములను మట్ట వ్యత్యాసము 1500 నుండి 5000 అడుగుల వరకు వున్న స్థలములలో ఉపయోగింతురు.

పైనుండి వాలుగొట్టము ద్వారా క్రిందికి ప్రవహించు నీరు, టర్బైన్ ద్వారా ప్రవహించు నపుడు, ఆ నీటి చలనశక్తి టర్బైన్ ను త్రిప్పటలో యాంతికశక్తిగా మారి, నీరు శక్తిరహితమై క్రిందనుండి తుడి కాలువ (Tail race) లో చేరి మరల నదీ ప్రవాహములో చేరును.

టర్బైన్ తిరుగుటవల్ల వుత్పన్నమైన యాంతిక భ్రమణము దానికి సంధింపబడిన విద్యుత్ జనకము

(generator)ను త్రిప్పుటవల్ల విద్యుదుత్పత్తి జరుగును. సామాన్యంగా జల విద్యుత్ కేంద్రములలో 11,000 వోల్టులు విద్యుచ్ఛాతక బలంతో విద్యుదుత్పత్తి జరుగును. కొన్నిచోట్ల 18,000 వోల్టుల పరిమాణము కూడ ఉపయోగింపబడుచున్నది.

ఈ యంత్రములను పనిచేయించుటకు కావలసిన స్విచ్ బోర్డుల (Switch Boards) ను, వాటి రక్షణకై అవసరమైన సాంకేతికోపకరణముల (relays)ను మరియుతర విద్యుత్ ప్రవాహ, విద్యుత్ వలయ సంబంధ సాధనములను విద్యుత్ భవనములోనే ఏర్పాటు చేయదురు.

విద్యుత్ కేంద్రభవనమునకు వెనుకగా విద్యుచ్ఛాతక బలపరివర్తనలు (Transformers) వుండబడును. వీటిలో 11,000 వోల్టుల బలముతో వుత్పన్నమైన విద్యుత్ 132,000 లేక 2,20,000 వోల్టులమేరకు అధిరోహింప(Stepped up) చేయబడి దగ్గరలో ఏర్పాటుచేయబడిన అధిక విద్యుచ్ఛాతక బల ప్రదేశము (High voltage yard)ను చేరి, అక్కడ విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదనుల (Circuit breakers) ద్వారా వివిధ ప్రదేశములకు పోవు సరఫరా తంత్రీయమార్గముల (Transmission lines)కు అందింపబడును.

శ్రీ ఎ. ఆర్. యన్. రావు.

శ్రీ వి. రామారావు.

## 265. ఉష్ణ విద్యుదుత్పాదన (Thermal Electric Generation)

ఉష్ణత, శక్తియొక్క ఒక స్వరూపము. పదార్థము లేక ద్రవ్యము (Matter) లోని కణములన్నింటికి సహజమైన (Natural) చలనము కలదు. ఏ స్థితిలో నున్న పదార్థమైనను వెచ్చపెట్టి

నప్పుడు, దాని కణముల చలనము అధికమగును. ఈ చలనోగ్రత స్పృశ్యేంద్రియమునకు, ఉష్ణోగ్రతగా కనిపించుచున్నది. ఒక వస్తువులోని కణముల చలనోగ్రత మొత్తము మీద ఎక్కువై

నప్పుడు, ఆ వస్తువు పరిమాణము కూడ ఎక్కువగును. క్రమముగా వెచ్చబడు ద్రవము యొక్క తాపక్రమము మరగు ధనాంకము (Boiling Point) వరకు పెరిగి, మరి పెరుగక నిలిచి పోవును. ఆ తరువాత ద్రవములో ఉష్ణతారాశి, ద్రవకణము లన్నిటికీ తోటికణముల ఆకర్షణ శక్తిని, ద్రవతలము వైపున్న వాతావరణ ప్రేషమునూ, అతిక్రమించి ఆవిరికణముగా ఎగిరి పోవుటకు చాలినంత శక్తి యిచ్చుటకు ఉపయోగించును. అనగా, ఉష్ణత గుప్తమై మనములను ద్రవస్థితికి, ద్రవములను వాయుస్థితికి, మార్పుచున్నదన్నమాట. నీరును వేడిచేసినప్పుడు ఆవిరియగుటకు యిదే కారణము. ఉష్ణతయొక్క యీ గుణము, ఉష్ణరాశిక్రిని యాంత్రిక శక్తిగా మార్చుటకు వుపయోగింప బడుచున్నది.

నేలబొగ్గు, పెట్రోలియం, సూర్యో, మరియు సహజవాయువు (Natural Gas) లో, (సూర్యుని) ఉష్ణత గుప్తమైవున్నది. వీటిని దహించిన, వీడియందలి గుప్తోష్ణత బయటికి వచ్చును. శక్తి ఏ రూపములో నున్నను ఏదో ఒక ద్రవ్యము (Matter)ను అంటిపెట్టకొని వుండనవసరమగుటచే, పైచెప్పిన యింధన దహనము ద్వారా లభ్యమగు ఉష్ణతను రాబట్టుటకు తేలికగా లభ్యమగు నీటిని వుపయోగించి ఆవిరిగా మార్చవచ్చును.

ఈ పద్ధతినే ఉష్ణ విద్యుదుత్పాదనకు వాడుచున్నారు. పైచెప్పిన యింధనములలో ఒకటి, కొలిమి లేక ఉష్ణపేటిక (Furnace) లో దహింపబడును. జలపాత్ర (Water vessel or drum) లోని నీరు గొట్టముల ద్వారా కొలిమిలోనికి తీసుకొని పోబడి ఆవిరిగా మారి వ్యాకోచనము (Expand) పొంది, మరల ఆ పాత్రలోకే చేరును. ఆవిరి వుత్పన్నమైన కొద్దీ పాత్రలోని ఆవిరి ప్రేషము (Pressure) అధికమగును. అనగా

నీటిని వేడెక్కించిన కొద్దీ ఆవిరి ప్రేషము అధికమగుచుండును. ఇటుల అధిక ప్రేషమును ఉష్టోగ్రతను కలిగిన జలబాష్పము లేక ఆవిరి (High Pressure & high temperature steam) ని బాష్ప పరిభ్రమణి (Steam turbine) లోనికి పోనిచ్చిన, భ్రమణి (Rotor) పై అనమర్చబడిన రెక్కలపై యీ ఆవిరి, బలముగా తాకి దానిని తిప్పును. ఆ విధముగా త్రిప్పుటలో, ఆవిరి - ఉష్ణమును ప్రేషమును - చాల - వరకు కోల్పోవును. అనగా నీటి ఆవిరిలోని ఉష్ణశక్తి యంత్రశక్తిగా మారి భ్రమణిని త్రిప్పునని తెలుసుకొనవలయును. ఈ విధముగా ఉష్ణప్రేషములను చాలవరకు కోల్పోయిన ఆవిరిని చల్లార్చి నీటిగా మార్చి, మరల యీ నీరు ప్రేషకపాత్రకు పంపబడి ఆవిరిగా మార్చబడును. ఈ ఆవిరిచే త్రిప్పుబడిన పరిభ్రమణి యంత్రము దానికి సంధింపబడిన విద్యుజ్జనకము (Generator)ను త్రిప్పుటవల్ల విద్యుదుత్పత్తి జరుగను.

పై చెప్పిన విధానము (process) చాల సులభముగా కనుపింపవచ్చును. కాని వివరముగా చూచినగాని అందలి కష్టనిష్ఠురములు తెలియవు. ఇంధనమును ఉష్ణపేటికలో దహనము చేసినప్పుడు రసాయనప్రక్రియవల్ల ఉష్ణముతోపాటు వివిధవాయువుల మిశ్రమముకూడ పొగరూపములో వచ్చును. నీటిని ఆవిరిగా మార్చుటకు వుపయోగింపబడిన వేడికాక మిగిలిన ఉష్ణత, పొగ గొట్టము (Chimney) ద్వారా, వాయువులతో కలిసి బయటి వాతావరణము లోనికి పోవును. ఉత్పన్నమైన ఉష్ణతకు, నీటిని ఆవిరిగా మార్చుటకు వాడిన ఉష్ణతకు కల నిష్పత్తి యీ ప్రక్రియ యొక్క కార్యదక్షత (Efficiency)ను సూచించును. అందుచేకార్యదక్షత అధికంగా వుండాలంటే సాధ్యమైనంత ఎక్కువ ఉష్ణతను రాబట్టవలెను. ఇది ఈ క్రింది విధములుగా సాధ్యమైనంత వరకు రాబట్టబడును.

(i) నీటి ప్రేషకపాత్ర (Water Pressure Vessel or drum)లో చేరిన ఆవిరి, నీటితో సమ్మిశనమై సంతృప్త జలబాష్పము (Saturated Steam) గా వుండును. అనగా యీ ఆవిరి బాగా చెమ్మగా వుండునన్న మాట. ఈ స్థితిలో టర్బైన్ లోనికిపంపిన యెడల అందలి రెక్కలపైన ఆవిరియం దలి నీటికణములు వేగముగా తాకుటవల్ల గోతులు గుంటులును పడి, కొరిడికాలానికే రెక్కలు పాడై పోవును. అందుచే నీటి ఆవిరిని జలరహితంగా అంటే నిరార్ద్రము (Dry) గా చేయవలయును. దీనికై ఆవిరిని ఉష్ణవేటిక ప్రైభాగములో ఆమర్చ బడిన ఆతృధిక తాపకముల (Super Heaters) ద్వారా పోనిచ్చుటవల్ల ఉష్ణవేటికలో నుండి బయటకు పోవు ఉష్ణ వాయువులలోని ఉష్ణత, యీ ఆవిరిని వేడిచేసి నిరార్ద్రము చేయును. ఈవిధంగా కొంత ఉష్ణత రాబట్టబడును.

(ii) నీటి ప్రేషక పాత్రలోనికి చల్లని నీరు పంపుటకు బదులు కొంతవరకు వేడిచేసిన నీటిని పంపిన, అట్టి వేడినీటిని ఆవిరిగా మార్చుటకు కావలయు ఉష్ణము తగ్గును. దానివల్ల యింధనము ఖర్చు కూడ తగ్గును. అందుచే వేడి వాయువులు పొగ గొట్టమునకు పోవు మార్గములో, ప్రేషక పాత్ర లోనికి నీటిని కొనిపోవు గొట్టములుంచబడును. అప్పుడు యీ నీరు బయటికి పోవు వాయువుల నుండి మరికొంత ఉష్ణమును గ్రహించి వేడెక్కును.

(iii) ఉష్ణవేటిక లోనికి పంపబడు యింధనము సంపూర్ణముగా దహింపబడవలెనన్న, తగినంత ప్రాణవాయు వుండవలయును. ఉష్ణవేటిక, అన్ని వైపుల నుండి మూయబడి వుండి, పొగగొట్టము వైపు మాత్రము బయటికి తెరువబడి వుండుటచే, ఉష్ణవేటిక క్రిందిభాగము నుండి గాలిని లోనికి పంపవలయును. ఈ పంపబడు గాలి, లోనికి పోవుటకు ముందుగనే వేడెక్కింపబడిన, యెడల

యింధనము మండుటకు కావలయు సమయము తక్కువై ప్రక్రియత్వరగా జరుగును. అందుచే బయటికిపోవు వేడి వాయువులచే, యీగాలిని కూడ వెడెక్కించి మరికొంత ఉష్ణత గ్రహింపబడును.

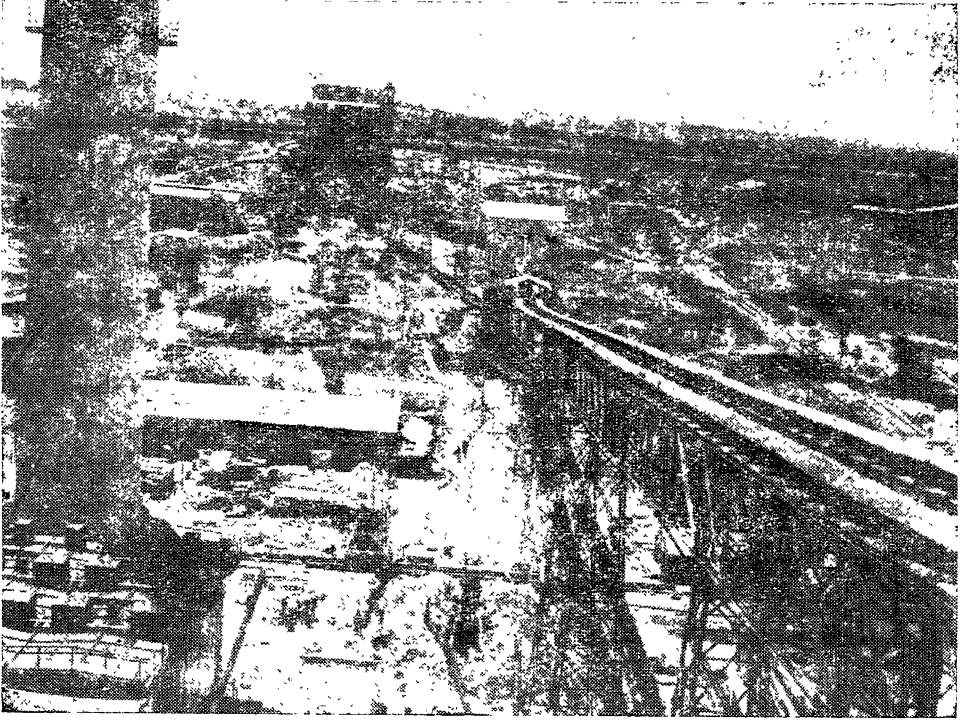
ఆధునిక ఉష్ణ విద్యుదుత్పాదన కేంద్రమును యీ క్రింది విభాగ వ్యవస్థలుగా భాగింపవచ్చును:

- (1) ఇంధన వ్యవస్థ (Fuel system),
- (2) జల సంస్కార వ్యవస్థ (Water Treatment System),
- (3) జల బాష్పజరకము (Steam Generation or Boiler),
- (4) బూడిద విసర్జన వ్యవస్థ (Ash Handling System),
- (5) జలబాష్ప పరిభ్రమణి (Steam Turbine),
- (6) శీతలీకరణ జల వ్యవస్థ (Cooling Water System),
- (7) విద్యుజ్జనకము (Generator).

### (1) ఇంధన వ్యవస్థ (Fuel System)

మన దేశములో సహజవాయువు మరియు రాతినూనె (పెట్రోలియం) వనరులు మితంగా ఉండి, నేలబొగ్గు వనరులు అధికంగా వుండుటవల్ల, చాల తాపవిద్యుదుత్పాదన కేంద్రములలో బొగ్గు యింధనముగా వాడబడుచున్నది. కేంద్రమునకు అవసరమగు బొగ్గు, రైల్వే వాగన్లలో, బొగ్గుగనుల నుండి రవాణా చేయబడును. ఈ వాగన్లలో చిన్నవి 20 నుండి 24టన్నుల పరిమాణములను, పెద్దవి 40 నుండి 45 టన్నులు పరిమాణములను కలవిగా వుండును.

వీటిలోని బొగ్గును మనుష్యులచే దింపింపవలెనన్న చాల వ్యవధి అవసరమగుటచే కాక, రైల్వే వారు యిచ్చు మితవ్యవధిలో ఉన్న వాగన్లను దింపుట పూర్తిగానందున, ఆదనపు చైకము చెల్లింపవసర



పటము 1. ఉష్ణ విద్యుదుత్పాదనలో బొగ్గును అందజేయు పటకా రవాణా మార్గము

మగును. అందుచే వాగనును పూర్తిగా ప్రక్కకు వంచి దానిలోని బొగ్గు క్రిందికి పడునట్లు చేయు టకై వాగన్ టిప్లర్ (Wagon Tippler) అనబడు సాధనము వుపయోగింపబడును. దీని వలన వాగన్లలోని బొగ్గును త్వర త్వరగా దింపి, తాళి వేగవంతమున రైల్వేకు అప్పగింప వీలగును. ఈ దింపబడు బొగ్గు, వాగన్ నుండి నేరుగా ఒక యినుప తొట్టి (Hopper) లోనికి పంపబడి, ఆ తొట్టి దిగువ నుండి రబ్బరు పటకా రవాణా మార్గము (Rubber belt Conveyor) ద్వారా తీసుకొని పోబడును. గని నుండివచ్చు బొగ్గు, పెద్ద పరిమాణములో నుండును. అందుచే యీ బొగ్గు, తిరగలి యంత్రము (Crusher)లో కావలసిన చిన్న పరిమాణమునకు నలగ కొట్టబడి, మరియొక పటకా మార్గము ద్వారా విద్యుత్కేంద్ర కట్టడపు

పై భాగమున అమర్చబడిన పెద్ద యినుప నిలువ తొట్ట (Bunkers) లోనికి చేర్చబడును. ఈ తొట్టలోనికి బొగ్గు అనసరము లేకపోతే, నలగ కొట్టబడిన బొగ్గు, వేరొక పటకా మార్గము ద్వారా బయటనున్న నిలువ స్థలము (Stock yard) నకు చేర్చబడి, అక్కడ సరియగు కుప్పలుగా చేయ బడును. గనులనుండి బొగ్గు సరఫరా కానప్పుడు, యీ నిలువ చేయబడిన బొగ్గు వాడబడును. విద్యుత్కేంద్ర కట్టడపు పైభాగమున నున్న నిలువ తొట్ట లోనికి చేర్చబడిన బొగ్గు అవటి నుండి చూర్ణీకరణ యంత్రాల (Pulverising Mills)కు తీసుకొని పోబడి మెత్తగా చూర్ణించబడును. ఈ మరలలోనికి - కొలిమినుండి పొగగొట్టముల గుండా బయటికిపోవు ఉష్ణవాయువులచే వేడి చేయబడిన- గాలిని పోనిచ్చి మరలలోని బొగ్గు నిర్ధారము

(dry) అగునట్లు చేయబడును. దీనివలన చూర్ణీకరణము బాగుగా జరుగుటయే కాక బొగ్గుచూర్ణము కూడ వేడిగా నుండి, చూర్ణీకరణ యంత్రాలనుండి నేరుగా కొలిమిలోనికి పంపగానే నిష్పంటుకొని పూర్తిగా నుండును. ఈ వ్యవస్థలోని ముఖ్య సాధనములు: వాగన్ టిప్లర్, బొగ్గు తిరగలి యంత్రము, చూర్ణీకరణము మరియు యంత్రాలు, పటకా రవాణా మార్గములు, తదితర ఏర్పాటులు అని తెలుసుకొన వలయును.

## (2) జల సంస్కార వ్యవస్థ (Water Treatment System):

ఆవిరిని వత్పత్తి చేయుటకు మంచి నీటిని పువ యోగింప వలయును, నీటిలో సామాన్యంగా కర గిన లవణములు (Dissolved salts) మరియు కరగకుండా నీటిలోనే విడిగా నుండు యితర మలిన పదార్థములు (Suspended impurities) వుండును. తగిన వడపోత (Filtration) వల్ల నీటిలో విడిగా ఉన్న మలినములను చాలవరకు వేరుచేయవచ్చును. కాని కిరగివున్న లవణములను, యితర మలినములను, తీయుట కష్టము. ఈ నీటిని యథాతథంగా వాడితే, నీరు ఆవిరి అయిన తరువాత, పాత్రలో లేక నీటి గొట్టములో అట్టవలె యీ మలిన పదార్థములును, లవణములును, మిగిలిపోవును. జలబాష్పజనకము (Boiler) లోని నీటి గొట్టములలో ఆవిరి ప్రక్రియ జరిగినప్పుడు యీ మిగులు పదార్థములు గొట్టము లోపల చుట్టూ అట్టగా ఏర్పడును. దిన దిన మునకు యీ అట్ట మందము పెరుగుచు గొట్టము లోని త్రోవను సన్నబరచుటయే కాక, ఉష్ణతకు యీ అట్ట అధమ వాహకము (Bad Conductor) అగుటచే, కొలిమిలోని వేడి, గొట్టములోని నీటికి, సరిగా అందక చాల ఉష్ణత వృథా అగును. అది గాక గొట్టము వేడెక్కుచు ద్వారా వచ్చు ఉష్ణమును

నీరు గ్రహింపలేక పోవుటచే యీ అట్ట గట్టిన స్థలములలో గొట్టము అమితంగా వేడెక్కి, కరిగి పోయి గొట్టములో గండి ఏర్పడు ప్రమాదము సంభవిం చును. అదే విధంగా నీటిలో క్షయకారక (Corrosive) లవణములున్నను, నీరు ఆమ్లభూయ్యము (Acid) గా వున్నను గొట్టములోపలి భాగము క్షయము (Corrosion) నకు గురియై, త్రుప్యపట్ట వచ్చును అప్పుడు గొట్టపు మందము అంతకంతకు తగ్గుచు, చివరకు గొట్టములోని ప్రేషమునకు తట్టుకోలేక, మందము తగ్గిపోయిన స్థలము వద్ద, గొట్టము చిల్లిపడి ప్రక్రియకు అంతరాయము కలు గును. అందుచే నీటిఆవిరి కొరకు వాడెడునీరు, ఆమ్లక్షార భూయ్యము కాకుండా (Neither acidic nor alkaline) సాధ్యమైనంత ఎరకు తటస్థ Neutral గుణము కలిగియుండవలయును. ఇటువంటి నీటిని ఖనిజరహిత జలము (Demine-ralised Water) అని అందురు. మామూలు మంచినీరే రసాయనిక పద్ధతుల ద్వారా, ఖనిజ రహితజలముగా-జల సంస్కార వ్యవస్థలో తగిన సాధనముల ద్వారా-మార్చబడును.

## 3. జల బాష్పజనకము (Steam Generator or Boiler)

ఇది నీటిని అధిక ఉష్ణోగ్రత మరియు ప్రేషము గల ఆవిరిగా మార్చు సాధనము. నీటిని ఆవిరిగా మార్చుటకు, నీటిని గొట్టములలో ప్రవహింపజేసి ఆ గొట్టములకు బయట వేడి చేయవచ్చును. లేదా వేడి వాయువులను, గొట్టముల ద్వారా పోనిచ్చి గొట్టముల చుట్టూ వుండు నీటిని వేడిచేసి ఆవిరి క్రింద మార్చవచ్చును. మొదటి పద్ధతిలో పనిచేయు వాటిని నీటిగొట్టపు జలబాష్ప జనకములు (Water tube Boilers) అనియు, రెండవ పద్ధతిపై పని చేయు వాటిని అగ్నిగొట్టపు జలబాష్ప జనకములు (Fire tube Boilers) అనియు అందురు. రెండవ పద్ధతిలో పెద్ద పరిమాణపు బాయిలర్లను చేయుటకు



వీలుకాక, పరిమిత పరిమాణము వరకే సాధ్యమగుట వల్ల, విద్యుదుత్పాదనకై వాడెడు ఆధునికజలబాష్ప జనకములన్నియు మొదటి పద్ధతి ద్వారానే రూపొందించబడుచున్నవి.

ఈ నీటిగొట్టపు బాయిలరును స్థూలంగా రెండు విభాగములుగా చేయవచ్చును. అవి ఏవన :-

(i) నీరు మరియు ఆవిరి విభాగము.

(ii) కొలిమి మరియు యింధన దహనము వల్ల ఉత్పన్నమయ్యే నీరు మరియు ఆవిరి మార్గము.

(i) నీరు మరియు ఆవిరి భాగము :

దీనిలోని ముఖ్య భాగములు: ప్రేషక పాత్ర ( Pressure Vessel or Drum ), దాని నుండి నీటిని క్రిందికి తీసుకొని పోవు గొట్టములు, కొలిమి ద్వారా పోయి మరల ప్రేషక పాత్రకు-ఆవిరిని కొనిపోవు గొట్టములు, అత్యధిక తాపకములు ( Super Heaters ) మున్నగునవి. బాయిలరు నలుచదరముగా, దాని స్తోమతను బట్టి కావలసిన ఎత్తుగా నిర్మించ బడును. 100 మెగావాట్ల బాయిలరు సుమారు 40 మీటర్ల వరకును, 200 మెగావాట్ల బాయిలరు దాదాపు 80 మీటర్ల వరకు, ఎత్తు కలిగి వుండును. ప్రేషక పాత్ర పైఎత్తులో కొలిమి గోడలకు వెలుపలవైపున ఆమర్చబడి, పాత్ర క్రిందనుండి నీటిగొట్టములు కొలిమిగోడలకు వెలుపలి వైపున క్రిందివరకు వచ్చి, కొలిమి క్రింది భాగము నుండి కొలిమిలోనికి తీసుకొని పోబడి, గోడల వెంబడి లోతట్టున వైవరకు పోయిన తరువాత, మరల ప్రేషక పాత్రకు పై సగంలో కలుపబడును. ప్రేషక పాత్రలో సగానికి క్రిందు వరకు నీరుండును. ఈ నీరు క్రిందికి పోవు గొట్టముల (down comers) నుండి క్రిందవరకు ప్రవహించి మరల కొలిమి లోపల పైకి పోవు గొట్టముల (raisers) లో నుండి పై ఎత్తు వరకు ఎగతట్టును. ఈ విధంగా ఊర్ధ్వ గొట్టముల గుండా నీరు పైకి పోవునపుడు కొలిమిలోని వేడిచే గొట్ట

ములలోనే ఆవిరిగా మారి, యీ ఆవిరి రూపముననే ప్రేషక పాత్రలోనికి చేరి, ప్రేషక పాత్ర పైభాగ మంతను ఆవిరితో సంచితమవును. తేలిక అయిన వేడి నీరు, ఆవిరిగా పైకిపోవుటవల్లను, చల్లది నీరు బరువగుటవల్ల క్రిందకు వచ్చుట వల్లను, ప్రేషక పాత్రనుండి దిగువ గొట్టములద్వారాను తరువాత ఊర్ధ్వగొట్టముల ద్వారాను మరల ప్రేషక పాత్రకు ప్రాపణ ప్రవాహములు ( Convection Currents ) ఏర్పడి, నీరుగానీ ఆవిరిగానీ ఒక చోట నిలువగా ఉండక సహజ ప్రవాహము ( Natural circulation ) ఏర్పడును. ఇటువంటి వాటిని సహజ ప్రవాహ జల బాష్ప జనకములు ( Natural Circulation Boilers ) అందురు మరియు రకములలో యీ ప్రవాహమును కృత్రిమముగా ఒకపంపుద్వారా నడుపుదురు. అటువంటి వాటిని సహాయక లేక త్రోపిడి ప్రవాహ బాయిలర్లు ( Assisted or forced Circulation Boilers ). అని అందురు ప్రేషక పాత్రయొక్క పైభాగంలో చేరిన ఆవిరి ఎక్కువైన కొద్దీ ఆవిరి ప్రేషము ఎక్కువగును. ఈ ఆవిరి బాగాచెమ్మకలిగి వుండుటచే, పాత్ర నుండి కొలిమి పైఎత్తు భాగంలో ఆమర్చిన గొట్టముల సమూహముచే చేయబడిన అత్యధిక తాపకముల ( Super Heaters ) గుండా తీసుకొని పోబడి, నిర్ద్రవ్యము ( Dry ) చేయబడును. తరువాత పరిభ్రమణ యంత్రము ( Turbine ) నకు తీసుకొని పోబడి, యంత్రము ద్వారా, వ్యాకోచ నము చెంది ఉష్ణతను కోల్పోవును, అప్పుడు మరల, చల్లార్చిన నీటిగా మార్చబడి, దహనవాయు మార్గము ( Fuel gas path ) లో నమర్చిన గొట్టముల సమూహము ( Economiser ) లో నుండి పంపబడును. అప్పుడు వేడెక్కించబడి ప్రేషక పాత్రకు చేర్చబడును. ఈ ప్రక్రియలో కొంత నీరు ఖర్చు అగును. కనుక ప్రేషక పాత్రలో నీటి మట్టము తగ్గకుండా వుండుటకు బయటి నుండి నిలువ నీరు కూడ పంపబడును.

i. కొలిమి, యింధన దహన వాయువుల మార్గము (Furnace and fuel gas path)

దీనిలోని ముఖ్య భాగములు: కొలిమి, యింధన దహన వాయువులను తీసుకొని పోబడు సొరంగ గొట్టము (Ducting), బూడిదను పొగనుండి వేరు చేయు ఏర్పాటు, పొగ గొట్టము, కొలిమి నుండి పొగ గొట్టము వరకు వాయు ప్రవాహము కలిగించు యంత్రములు, పొగ గొట్టము దిగువ భాగము దగ్గరగా ప్రేరిత వాయు ప్రవాహ పంథా (Induced draft fan). ఈ పంథా కొలిమివైపునుండి గాలిని, యింధన దహన వాయువులను చూషణము (Suction) చేసి పొగ గొట్టములోనుండి పైకి త్రోయును. కొలిమిలో బొగ్గు బాగుగా మండుటకు ప్రాణ వాయువు కావలయును. ఆ వాయువు త్రోపుడు వాయు పంథా (Forced draft fan) ద్వారా పంపబడును. ఈ రెండు పంథాలు కొలిమినుండి పొగ గొట్టమువరకు వాయు ప్రవాహమును తగు రీతిని కలుగ జేయును. పొగ గొట్టమునకు ముందుగా ఏర్పాటు చేయబడిన

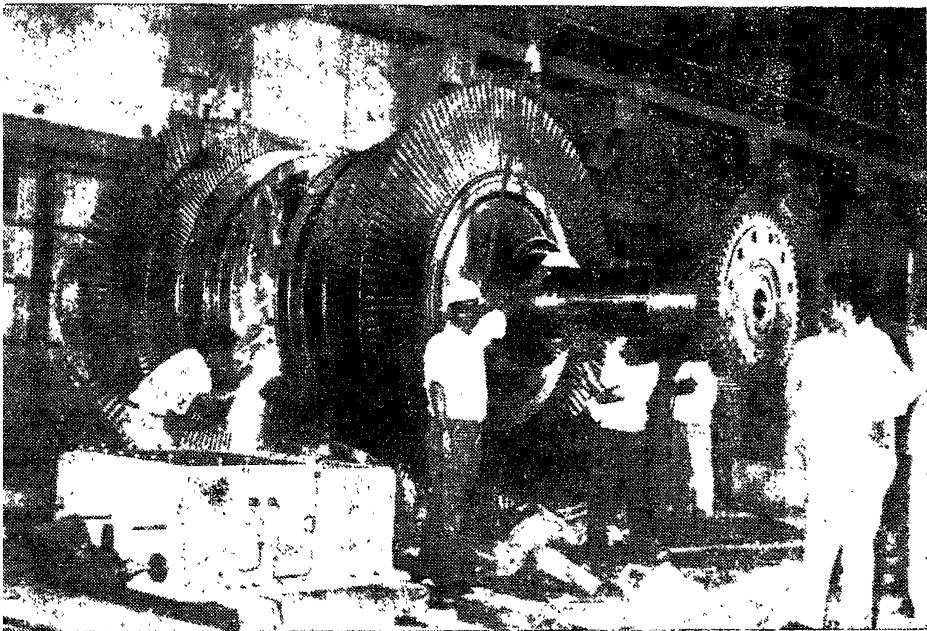
యాంత్రిక (Mechanical) మరియు స్థిర విద్యుత్ (Electro static) బూడిద సేకరణుల (Dust or ash collectors) వలన చాల వరకు బూడిద యిక్కడ ఆటంక పరుపబడి, చాల తక్కువ ఆనగా సుమారు 2% కు తక్కువగా పొగ గొట్టములో నుండి పైకి పోవును. ఇచ్చట ఆటంక పరుపబడిన బూడిద, క్రింద ఏర్పాటుచేసిన తొట్టలోనికి చేరును.

4. బూడిద వినర్జన వ్యవస్థ (Ash-handling and Disposal System):

బూడిద, కొలిమి క్రింది భాగమునను, తరువాత పై చెప్పబడిన యాంత్రిక మరియు స్థిర విద్యుత్ బూడిద సేకరణుల క్రింది వైపునను, తొట్టలో కూడుకొని యుండును. ఈ బూడిదను గొట్టముల ద్వారా నీటితో కలిపి, మారముగా నుండు భాళి స్థల మునకు పంపుల ద్వారా రవాణా చేయుదురు.

5. జలబాష్పపరిభ్రమణి (Steam Turbine)

ఇది నీటి ఆవిరి ద్వారా ఒత్తముగు ఉష్ణతా శక్తిని యాంత్రిక శక్తిగా మార్చు ఉష్ణతా



పటము 2. ఉష్ణవిద్యుదుత్పాదనలో పాల్గొను జలబాష్ప టర్బయిన్

యంత్రము (Heat Engine). అధిక ఉష్ణత మరియు ప్రేషము కలిగిన నీటియావిరిని, చూచు కముల (Nozzles) ద్వారా దారా (Jet) రూపంలో లోనికి ప్రవేశ పెట్టినప్పుడు, నీటి ఆవిరి త్వరగా వ్యాకోచనము చెందుటలో ఉష్ణతా శక్తి, చలన శక్తి రేక గతి శక్తి (Kinetic Energy)గా మారును. ఈ చలనశక్తి సంభూతమైన ఆవిరి - భ్రమణి (Rotor) పై ఏటవాలుగా అమర్చబడిన వంకర రెక్కల మధ్య నుండి పోవుచున్నట్లు-ఆవిరి యొక్క గమనదిశ మార్చబడి, తద్వారా రెక్కలపై కలుగు ప్రతిక్రియ (Reaction) వల్ల భ్రమణి తిరుగును. స్థూలంగా యీటరైన్లు తాకిడి(Impulse) టరైన్ల నియమ, ప్రతిక్రియ(Reaction) టరైన్లనియు రెండు విధములుగా వుండును. మొదటి రకములో స్థిరచూచుక కముల (Fixed nozzles) ద్వారా ఆవిరి వ్యాకోచ నముచెంది అందువలనచలనశక్తి సంభూతమై, భ్రమణి పైనున్న రెక్కలను బలముగా తాకి భ్రమణమును కలుగజేయును. ప్రతిక్రియరకములో స్థిర, మరియు, చలన రెక్కలు, ఆవిరి యొక్క గమనదిశ మార్పు విధముగా అమర్చబడి తద్వారా రెక్కలపై కలుగు ప్రతిక్రియవల్ల భ్రమణి తిరుగును. వ్యాకోచము చెందిన ఆవిరి యొక్క గమనదిశ టరైన్ యొక్క అక్షము (Axis) నకు సమాంతరముగానున్న యెడల అక్షప్రవాహ (Axial flow) టరైన్ అనియు, అక్షమునకు లంబము (perpendicular) గా నున్న యెడల త్రిజ్య (Radial) ప్రవాహ టరైన్ అనియు వ్యవహరింప బడును.

ఆధునిక టరైన్లు అక్షప్రవాహ తాకిడి, మరియు ప్రతిక్రియ (axial flow or impulse reaction) యంత్రములుగా రూపొందించబడి. ఆవిరి వ్యాకోచ నము కొన్ని దశల (stages)లో జరుగునట్లు నిర్మించబడును. మొదట అధికప్రేష దశ (High Pressure Stage), లో ఆవిరి వ్యాకోచనము చెంది కొంత ప్రేషమును ఉష్ణమును కోల్పోవును.

అప్పుడు అది మధ్యప్రేష దశ (medium pressure stage) లోనికి ప్రవేశించి, యింకను వ్యాకోచ నము చెంది, అచట మరికొంత ఉష్ణ ప్రేషములను కోల్పోయి, చివరి అల్పప్రేష దశ (Low Pressure Stage)లో ప్రవేశించును. ఇచట మిగిలిన ఉష్ణమును చాలవరకు కోల్పోయి సంతృప్త నీటి ఆవిరి (saturated steam)గా శీతకము (condenser) లో ప్రవేశించును. శీతకములో చల్లని నీటి ప్రవాహము కలిగిన అనేక గొట్టములు అమర్చబడి వుండుటవల్ల, అందులో ప్రవేశించిన ఆవిరి చల్లారి, నీటి క్రింద మారి, శీతకము క్రింది భాగమునకు చేరును. ఈ క్రింది భాగమును వేడి బావి (Hot well) అని అందురు. ఇచ్చట నుండి యీనీరు ఆవిరిచే వేడి చేయబడిన అధిక మరియు అల్ప ప్రేష తాపకముల (High and low pressure heaters) గుండా పంపబడి వేడిచేయబడును. తరువాత యింధన దహన వాయు మార్గము (fuel gas path)లో అమర్చ బడిన గొట్టముల (economisers) గుండా ప్రయాణించి అచట యింకా వేడిచేయబడి, బాయిలర్ లోని ప్రేషక పాత్రకు చేరును. నీటిని యీ విధముగా పంపుటకు శీతక జలం (condensate) పంపులను మరియు బాయిలర్ నీటి (Boiler feed water) పంపులను వుపయోగింతురు. పెద్ద పెద్ద ఆధునిక టరైన్లలో అధిక ప్రేషదశనుండి బయటికి వచ్చు ఆవిరి, మరల బాయిలర్ లో యింధన దహన వాయు మార్గములో అమర్చబడిన ప్రతి తాపకముల (reheaters)కు, పోనివ్వబడి, ఆవాయువులవుష్ణతను కొంతవరకు సంగ్రహించి వేడెక్కును. ఈ విధంగా మరల వేడెక్కింపబడిన (reheated) ఆవిరి, మధ్య ప్రేష దశలోనికి ప్రవేశపెట్టబడును. దీని వలన బయటికి పోవు వాయువులనుండి మరి కొంత వేడి సంగ్రహింప వీలగుట వల్ల మొత్తము కార్యదక్షత (Gross efficiency) పెరుగును.

### 6. శీతలీకరణ జలవ్యవస్థ (Cooling Water System) :

టర్బైన్ లో నుండి పోయిన ఆవిరిని శీతకము (Condenser) లో ద్రవీభవింప చేయుటకు, శీతకములో గొట్టముల ద్వారా చల్లని నీరు ప్రవహింప చేయబడును. అప్పుడు అవిరిలోని వేడిని యీ చల్లటి నీరు గ్రహించుటవల్ల ఆవిరి చల్లబడి నీరుగా మారును. కాని గొట్టములలో ప్రవహించు నీరు వేడెక్కి బయటికి పోవును. నీరు అధికంగా వున్న స్థలములలో వేడి నీటిని బయటికి వదలివేసి, చల్లని నీటిని జలాశయము నుండి పంపు చేయుదురు. ఇటువంటి పద్ధతిని వివృత వలయ శీతలీకరణము (Open Circuit Cooling) అని అందురు. ఈ పద్ధతి ప్రకారము సముద్ర తీరమున కాని పెద్దపెద్ద జలాశయముల వద్ద కాని, ఏర్పాటు చేసిన కేంద్రములలో సముద్రపు నీటిని లేక జలాశయము నీటిని వాడుదురు నీరు మితముగా వున్న స్థలములలో-అనగా నూతుల నుండి కాని, కాలువలలో నుండికాని, మరియు చిన్న జలాశయముల నుండికాని, నీరు మితంగా లభ్యమగు నప్పుడు-సంవృత వలయ శీతలీకరణ (Closed Circuit Cooling) పద్ధతిని వాడుదురు. అనగా శీతకము లోనికి పోయి వేడెక్కిన నీటికి వేడి తగ్గించి, మరల ఆ నీటినే శీతకములోనికి పంపుదురు. వలయాకరణ (Circulation) లో తరుగుదల అయిన నీటిని మాత్రము బయట నుండి చేర్చుచు నీటి పరిమాణము మారకుండునట్లు చేతురు. దీనివలన నీటి ఖర్చు తగ్గును. ఈ పద్ధతిలో వేడినీటిని చల్లార్చుటకు సహజ ప్రవాహ శీతలీకరణ గోపురము (Natural Draft Cooling Towers) అను లేక బల ప్రవాహ శీతలీకరణ గోపురము (Forced Draft Cooling Towers)ను వుపయోగింతురు. చాలచోట్ల మొదటి పద్ధతి ఎక్కువగా వుపయోగములో నున్నది. ఉష్ణ విద్యుత్ కేంద్ర

ములలో క్రింద నుండి పైకి నతోదరం (Concave)గా గుండ్రని ఆకాశములో కనపడు ఎత్తైన గోపురములు యివియే. గోపురపు ఎత్తులో మధ్య గొంతు (Throat) ప్రాంతపు ఎత్తుకు వేడినీరు తీసుకొని పోబడి, క్రిందకు జల్లుమాదిరిగా వదలబడును. గోపురపు నతోదర రూపం వల్ల వాతావరణ గాలిగోపురపు పైనుండి వీచుచున్నప్పుడు గోపురములోని గాలిని కూడ బయటి చూషణము (Suction) చేయుటవల్ల, గోపురము లోపల గాలి ప్రేషము తగ్గి వాతావరణగాలి గోపురపు క్రింద నుండి లోనికి ప్రవేశించి, గోపురపు పైభాగమునకు ప్రవహించి, పైన వీచు గాలిప్రవాహముతో కలసి పోవును. ఈ విధంగా గోపురంలో సహజ గాలి ప్రవాహం ఏర్పడి, పైకి పోవు చల్లని గాలి క్రిందకు జల్లుగా వచ్చు వేడి నీటిని చల్లార్చును. క్రింద కూడిన చల్లనీరు మరల టర్బైన్ శీతకమునకు పంపు చేయబడును. రెండవరకపు శీతలీకరణ గోపురములలో దీర్ఘ చతురస్రాకారముగా నిర్మింపబడిన కట్టడములో క్రింది భాగమున అమర్చబడిన పెద్దపంపాల (fans) చే గాలి పైకి బలముగా పంపబడును. ఈ గాలివల్ల పై నుండి క్రిందికి పడు వేడి నీరు చల్ల పరుప బడును. విద్యుత్కేంద్రములో వుపయోగింపబడు టర్బైన్ విద్యుజ్జనకము మరియు యితర భారీ భ్రమణ యంత్రముల బేరింగులు (Bearings) అమితంగా వేడెక్కుకుండా వుండుటకు కూడా యీ నీటినే వాడుదురు.

### 7 విద్యుజ్జనకము (Generator) :

విద్యుదుత్పత్తి కేంద్రములలో వాడబడు విద్యుజ్జనకములన్నియు, త్రిస్థితి (Three phase) మరియు సెకెండుకు 50 సంపూర్ణ భ్రమణము (50 Cycles per Second) పద్ధతిలో విద్యుదుత్పత్తి చేయును. చిన్న చిన్న జనకములు నాలుగు విద్యుదయస్కాంత ధృవములతో నిమిషమునకు 1500 పరి భ్రమణముల వేగముతో తిరు

గును. కాని ఆధునిక భారీ విద్యుజ్జనకములు రెండు విద్యుదయస్కాంత ధ్రువములతో నిమిషమునకు 8000 పరిభ్రమణముల వేగంతో తిరుగును. ఈ వేగం-రెండు ధ్రువముల యంత్రమునకు సెకండుకు 60 సంపూర్ణభ్రమణము ఏకాంతర విద్యుత్ప్రవాహమునకు సమానము. ఆవిరి టర్బైన్ వేగం యింకా ఎక్కువగా వుండుటవల్ల విద్యుజ్జనకము సరిగా నిమిషమునకు 8000 పరిభ్రమణల వేగంలో తిరుగుటకు తగు వేగం తగ్గింపు-పళ్లవక్ర సముదాయము (Speed Reduction gear) ద్వారా టర్బైన్ కు సంధింప బడును. సుమారు 60 మెగావాట్లు, అంతకంటె ఎక్కువ స్తోపతగల విద్యుజ్జనకములలో స్థిర సంవాహక (Static armature or Stator) లో ప్రవహించు విద్యుత్ అధికముగా వుండుట వల్ల బాగా వేడెక్కును. అందుచే స్థిర సంవాహకాని మరియు భ్రమణ షేత్రమండలి తీగె చుట్టలను ఉదజని (Hydrogen) చే శీతలము చేయుదురు. దీని వలన విద్యుజ్జనకపు భౌతిక పరిమాణము (Physical Size) కూడ తగ్గును. 200 మెగావాట్లపై బడ్డ జనకములలో నీటిని యీ శీతలీకరణ (Cooling) కై వాడుదురు.

ఈ విద్యుదుత్పత్తి 11,600 లేక 13,600 వోల్టులలో చేయబడి విద్యుద్భ్రాంక బల మార్పిణుల (Transformers)లో, 220 కిలో వోల్టుల (లేక 400 కి.వో)కు అధిరోహింప (Stepped up), చేయబడి, సరఫరా తంత్రీమార్గముల (Transmission Line) ద్వారా సంగ్రహక (Receiving) కేంద్రములకు చేర్చబడి సరఫరా మార్గాల్లిక లేక గ్రిడ్ కు కలుపబడును.

పైన వివరింప బడిన విధానము ద్వారా సహజంగా దొరుకు బొగ్గులో నున్న ఉష్ణతా శక్తి పునయోగ యుక్తమైన విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చబడుతుంది. బొగ్గు యొక్క ఉష్ణతా ప్రమాణము (Calorific value) ఊష్మాంశ లేక కెలోరీ

( Calorie ) లలో తెలుప బడును. విద్యుచ్ఛక్తి కిలోవాట్ గంటలలో తెలుపబడును. ఒక దినములో జనింపబడిన మొత్తం కిలోవాట్ గంటలచే అదే సమయములో ఖర్చు చేయబడిన మొత్తం బొగ్గు బరువును (కిలో గ్రాములలో) భాగించిన, ఒక కిలోవాట్ గంటకు ఖర్చుకాబడిన బొగ్గు బరువు తెలియును. ఒక కిలోవాట్ గంట 860 కిలో కేలోరీల ఉష్ణతకు సమానమగుట వల్ల, దానికి ఖర్చు అగు బొగ్గు బరువును బట్టి, దాని ఉష్ణతా ప్రమాణమును లెఖి చేసి, రెండికి గల నిష్పత్తి రెక్కకట్టి మొత్తం విధానమునకు ఉష్ణతాధారణ కార్యదక్షత (Gross Thermal efficiency) కనుగొనబడును. అందుచే

$$\left. \begin{array}{l} \text{లాపవిద్యుదుత్పాదన} \\ \text{మొత్తపుకార్యదక్షత} \end{array} \right\} = \frac{860 \text{ కి.కే.} \times 100\%}{1 \text{ కి.వా. గం. కు ఖర్చు అగు బొగ్గు యొక్క ఉష్ణతా పరిమాణము.}}$$

ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని రామగుండము మరియు నెల్లూరు, కొత్తగూడెం ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములలో వాడబడు సింగరేణి బొగ్గు గనుల నుండి వచ్చు బొగ్గుయొక్క ఉష్ణతా పరిమాణము కిలోగ్రాముకు 4000 నుండి 4400 అంటే సగటున 4200 కిలో కేలోరీలు ఉండును. విద్యుత్కేంద్రము పూర్తి భారము (Full Load)లో పని చేసిన సగటున ఒక కిలోవాట్ గంటకు 0.6 కిలో గ్రాముల బొగ్గు ఖర్చు అగును. అందుచే మొత్తం ఉష్ణతా ధారణ కార్యదక్షత

(Gross Thermal efficiency)

$$= \frac{860}{0.6 \times 4200} \times 100 = 84 \%$$

అగును. పూర్వకాలమున పనిచేయు చుండిన ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రముల కార్యదక్షత 20 నుండి 25 శాతము వరకు మాత్రమే వుండేది. కాని, సాంకేతికాభివృద్ధి అయినకొద్దీ కార్యదక్షత కూడ ఎక్కువ

యగుటవలనప్రస్తుతపుఅధునికఉష్ణవిద్యుత్కేంద్రము లలో 93% నుండి 98% వరకును, ఏక విద్యుష్ణక యంత్ర పరిమాణము 1000 కి. వా. కు పైగా వున్న అభివృద్ధి చెందిన దేశాలలో 40% వరకును ఉష్ణతాదారణ కార్యదక్షత పొందబడుచున్నది. పై విధానము ప్రకారం, బొగ్గును వాడి, విద్యుదు త్పాదన చేయు ఉష్ణలా విద్యుత్కేంద్రములలో యంత్ర కన్న ఎక్కువ కార్యదక్షత పొందుట కష్ట సాధ్యము; అనగా 100 కి 80 పాళ్ళ ఉష్ణత- బయటికిపోవుయింధన దహన వాయువులద్వారానూ,

ఆవిరి గొట్టములు మిగిలిన సాధనములు వేడెక్కి- వాని ద్వారా వికిరణ (Radiation) పొందుట వల్లనూ, మరియు గొట్టములలో ఘర్షణ వల్లనూ, యాంత్రిక శక్తిగా మారిన తరువాత భ్రమించు యంత్రములో ఘర్షణ (Friction) మరియు వాయు పీడన (Windage) వల్లనూ-పోయినదని తెలుసుకొనవలయును. ఉష్ణతను నేరుగా విద్యు చ్చక్తిలోనికి పెద్ద ఎత్తులో మార్పుచేయ వీలగు నప్పుడు కార్యదక్షత కూడ ఎక్కువై అధిక ఉష్ణతను వుపయోగింప వీలగును.

శ్రీ ఎ. ఆర్. యన్. రావ్

శ్రీ వి. వి. రెడ్డి

## 266. కేంద్రక విద్యుదుత్పాదన (Nuclear Electric Generation)

అణువులు పరమాణువులు (Molecules and Atoms) :

సమస్త ద్రవ్యము (Matter) అణువులు (Molecules) అనబడు అతి సూక్ష్మమైన కణ ములచే కూర్చబడి ఉన్నది. ఒకే పదార్థపు అణు వులు అన్నియు ఒకే విధముగా ఉండి ఒకే ద్రవ్య రాశి లేక ద్రవ్యసంచయము (Mass) కలిగి యుండును. ఈ అణువులన్నియు పరమాణువు లనెడు (Atoms) స్థూల కణముల (Fundamental Particles) కలయికచే ఏర్పడుచున్నవి.

ఏ మూల ద్రవ్యము (Element) యొక్క పర మాణువైననుధన విద్యుదావేశము కలకేంద్రకమును (Nucleus) కలిగియుండును. దీని చుట్టునూ ఋణ ఛిద్యుదావేశము కలిగిన ఎలక్ట్రాన్లు సూర్యుని చుట్టు

తిరుగు గ్రహములవలె, తిరుగుచుండును. కేంద్ర కములో ధన విద్యుదావేశము గల ప్రోటాన్లే గాక ఆవేశ రహితమైన న్యూట్రాన్లు కూడా ఉండును. కేంద్రకములోని ప్రోటాన్ల సంఖ్య ఆ మూల ద్రవ్య మయొక్క పరమాణ్వంకము (Atomic Numbers) ను తెలుపును. ప్రతి పరమాణువు నందును ఎన్ని ప్రోటాన్లుండునో అన్ని ఎలక్ట్రాన్లు వుండి, ధన ఋణ విద్యుదావేశములు సమానముగా ఉండి మొత్తం పరమాణువు ఆవేశరహితమై తటస్థము (Neutral) గా ఉండును.

రశ్మిద్రావిత (Radio Activity) :

మూల ద్రవ్యముల (Elements) ఆవర్త క్రమ పట్టిక (Periodic Table) యందు చివరనున్న ట్టియు అత్యధిక పరమాణు భారములు కలిగి

యున్నట్టియు కొన్ని ద్రవ్యములు స్వభావముచే శక్తివంతమైన కిరణములను పైకి వెలువరించు ధర్మమును కలిగియున్నవి. ఈ ధర్మమును రశ్మ్య ధార్మికత (Radio Activity) అని అందురు. యురేనియం, థోరియం, రేడియం, ఆక్టీనియం అనునవి వీటిలో ముఖ్యమైనవి. అవి అస్థిర (unstable) రశ్మ్యధార్మిక సమస్థానియముల (Radio active Isotopes)తో కూడియుండును, ఈ అస్థిర సమస్థానియములు వాటంతట అవే రశ్మ్యధార్మిక విఘటనము (Radio Active Disintegration) చెందుచుండును. అనగా రశ్మ్యధార్మిక ద్రవ్యముల పరమాణువులు విచ్ఛిన్నమై ఆల్ఫా, బీటా, గామా అనెడు కిరణములలో కొన్నిటి నిచ్చుచు, క్రొత్తరకపు పరమాణువులలోనికి మారి పోవుచుండును. ఈ క్రొత్తరకపు ద్రవ్యపు పరమాణువులు కూడ యిట్లే మారును. దీనినే 'విఘటనము' (Disintegration) అందురు. ఈ మార్పు యాదృచ్ఛికము (Chance) గా జరుగుచు, ద్రవ్యములోని ఏవో కొన్ని పరమాణువులు ప్రతిక్షణము బ్రద్ధలగు చుండును. ఒక ద్రవ్యములో ఒక సెకండుకు బ్రద్ధలగు పరమాణువులు వాటి సంఖ్యను బట్టి యుండును.

రశ్మ్యధార్మిక వికిరణములు (Radio Active Radiations) విస్తారమైన శక్తిని కలిగియున్నవి. వీనికింత శక్తి వచ్చుటకు కారణము రశ్మ్యధార్మిక విచ్ఛేదనములలో కొద్దిగా ద్రవ్యభాగము శక్తిగా మారుటచేతనని తెలిసినది.

సాంప్రదాయక భౌతిక విజ్ఞానములో ద్రవ్య సంచయము (Mass)నకును శక్తి (Energy)కిని సంబంధములేదు. విశ్వమందలి మొత్తము ద్రవ్య పరిమాణముస్థిరముగా ఉండుననియు, దానిని సృష్టించుటకు గాని, నాశనము చేయుటకు గాని, వీలు కాదనియు, యిట్లే శక్తి కూడవర్తించుననియు, ఎంచు బడి ద్రవ్య నిత్యత్వ మరియు శక్తినిత్యత్వ (Cons-

ervation of mass & Energy) సూత్రములు కల్పింప బడెను. కాని ఆల్బర్ట్ ఐన్ స్టైన్ విజ్ఞాని ద్రవ్యసంచయమును శక్తిగను, శక్తిని ద్రవ్య సంచయముగను మారవచ్చునని సూచించి, యీ రెండి సమానత్వమును నిరూపించు సమీకరణమును ప్రకటించెను. క్రింద ఇవ్వబడిన యీ సమీకరణము రశ్మ్యధార్మిక విచ్ఛేదనములో ఉద్భవించిన శక్తికిని, శక్తిగా మారిన ద్రవ్యభాగమునకు గల సంబంధమును తెలుపును.

$$E = mc^2 \quad (E = \text{mass} \times \text{velocity}^2)$$

శ (E) అనగా శక్తి (Energy), ద్ర (m) అనగా అదృశ్యమైన ద్రవ్యరాశి (Mass), వే (c) అనగా కాంతివేగము.

శక్తి ఎర్గల (Ergs) లోను ద్రవ్యసంచయమును గ్రాములలోను, కాంతివేగమును సెకండుకు  $3 \times 10^{10}$  సెంటీమీటర్లలోనూ తెలుపవలయును.

ఒక గ్రాము ద్రవ్యసంచయము,

$$1 \times (3 \times 10^{10})^2 = 9 \times 10^{20} \text{ ఎర్గల}$$

శక్తికి సమానమగును.

కేంద్రకశక్తి ఏకాంకములు (Units for Nuclear Power) :

కేంద్రక శక్తి 'ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్' ఏకాంకములలో తెలుపబడును. ఏకాంక (Unit) ఆవేశము (Charge) గల కణము, నిరోధము (Resistance) ఏమియు లేకుండా ఒక వోల్ట్ శక్తి వ్యర్థము గుండా పోయినపుడు, సంపాదించు శక్తి ఒక ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్ (ఎ. వో.) అనబడును. దీని సమాన యాంత్రిక శక్తి  $1.60 \times 10^{-12}$  ఎర్గలు. అందుచే మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్లు (మి. ఎ. వో)  $1.60 \times 10^{-6}$  ఎర్గలకు సమానమగును. విద్యుచ్ఛక్తి ఏకాంకములలో  $4.44 \times 10^{-10}$  కిలో వాట్ గంటలకు ఒక మి. ఎ. వో. సమానము.

కేంద్ర విదళనము (Nuclear Fission):

ఒక పరమాణువు తనంతటాను విచ్ఛిన్నమగుచు, చిన్నద్రవ్య కణములను ప్రసరింపజేయుచు మార్పులు చెందునపుడు, అది సహజ రశ్మ్యధారి తను ప్రదర్శించుచున్నదని అందురు. మూల ద్రవ్యముల పరమాణు కేంద్రకములు సాధారణముగా స్థిరముగా ఉన్నట్లు కాక, యీ రశ్మ్యధారి ద్రవ్యముల కేంద్రకములు యాదృచ్ఛికముగా మారుచుండును. స్థిరమైన మూలద్రవ్యపు పరమాణువులను కూడ శక్తివంతమైన అల్పకణములతో కాని, ప్రోటానులతో కాని లేక న్యూట్రాన్లతో కాని మట్టించి భేదింప వచ్చునని తెలుసుకొనబడినది. ఇట్టి మట్టింపువల్ల పరమాణు కేంద్రకమున కలుగు మార్పులలో కొంతద్రవ్యముగ శక్తి మారుచున్నది. అనగా సహజముగా రశ్మ్యధారులగు ద్రవ్యముల నుండి, ద్రవ్యము శక్తిగ మారుటయే కాక, ప్రయోగముల వలన కూడ యిట్టి మార్పును తీసుకొని రావచ్చునని తెలియుచున్నది. పరమాణు కేంద్రకములో మార్పులు తీసుకొని వచ్చుటకు విద్యుదావేశముగల ప్రోటానులు, అల్ప కణములు, తగిన వైనను విద్యుత్తులేని న్యూట్రానులు చాల అనువైనవి. వీటిని విద్యుదావిష్ట కస్తువులుగాని, అయస్కాంతముకాని ఆకర్షింపలేవు. కనుక పరమాణు కేంద్రకము వరకు నిరాటంకముగా పోగలవు. మరియు, వేగముగా వెళ్లు న్యూట్రాన్ల కంటె నెమ్మదిగా వెళ్లునవి యీ పనిని సులభముగ చేయగలవు.

ప్రకృతిలో దొరుకు పరమాణువులన్నిటి కన్న పెద్దదైన యురేనియం కేంద్రకమువై, న్యూట్రాన్లను పంపినపుడు, మరికొన్ని మార్పులతో పాటు ఆ కేంద్రకము రెండు ముక్కలుగ విచ్ఛిన్నమగును. ఈ విచ్ఛిన్నతనే విదళనము (Fission) అందురు. విదళనము చెందిన ప్రతి యురేనియం పరమాణువు సుమారు 200 మి. ఎ. వో. (మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్

వోల్టలు)ల శక్తి నిచ్చును. ఈ శక్తి వేడి రూపములో బహిర్గతమగును. ఒక మి. ఎ. వో  $1.8 \times 10^{-6}$  ఎర్గులకు సమానమగుటచే విదళనము చెందిన ప్రతి పరమాణువు  $3.2 \times 10^{-4}$  ఎర్గుల శక్తినిచ్చును. ఒక టన్ను రాక్షసి బొగ్గు నుండిన వచ్చు వేడి కావలెననిన అనగా  $(8000 \times 10^{14})$  ఎర్గులు) ఒక కోటి కోట్ల కోట్లు ( $1 \times 10^{21}$ ) యురేనియం పరమాణువులు విదళన చెంద వలెను. ఈ సంఖ్య బ్రహ్మాండముగా ఉన్నను, సన్న ఆవగింజ కంటే చిన్నదైన యురేనియం ముక్కలో యిన్ని పరమాణువులు ఉండును. సెకండుకు  $3.1 \times 10^{10}$  విదళనములు ఒక వాట్ విద్యుత్తునుత్పత్తి చేయును. అందుచే ఒక గ్రాము యురేనియం యొక్క సంపూర్ణ విదళనము 25,000 కిలో వాట్ గంటల విద్యుచ్ఛక్తి నిచ్చును. ఉష్ణతా శక్తి విడుదలను ఇట్టి చూస్తే, యురేనియం<sup>235</sup>, అదే బరువు గల బొగ్గు కన్న 26,00,000 రేట్లు శక్తి వంతమైనదని తెలుస్తుంది.

గొలుసుకట్టు లేక వరుస మార్పు (Chain Reaction):

యురేనియం మీదకు న్యూట్రాన్లను పంపినపుడు వాటిలో కొన్ని, యురేనియం పరమాణువులను విదళనము గావించును. ఇట్లు కలిగిన ప్రతి యురేనియం పరమాణువు నుండియు, ఒకటి రెండు న్యూట్రానులుకూడ పైకి వచ్చును. విదళనవలనవచ్చిన క్రొత్తన్యూట్రానులు మిగిలినయురేనియం పరమాణువులలో కొన్నిటికి తగిలి, తిరిగి విదళనము(fission) కలుగ చేయుటచే యీ పిషన్ వల్ల మరికొన్ని న్యూట్రానులు బయల్పడతాయి. ఇట్లు అల్లుకు పోయి వున్న యురేనియం పరమాణువులన్నియు విదళన మొంది కొంత ద్రవ్యము మారి, శక్తి (ఉష్ణతా) రూపములో ఉత్పన్నమగును. దీనినే వరుస మార్పు లేక గొలుసుకట్టు మార్పు (Chain Reaction) అందురు,



యురేనియంలో మూడు రకముల పరమాణువులు లేక సమస్థానీయములు (Isotopes) ఉన్నవి. వీటి అన్నిటిలోనూ 92 ప్రోటానులు గల కేంద్రకముచుట్టూ, 92 ఎలక్ట్రానులు తిరుగుచుండును. కాని కేంద్రకములోని న్యూట్రాన్ల సంఖ్య మాత్రము వీటిలో వేరు వేరుగ ఉండును. చాల ఎక్కువగా ప్రకృతిలో దొరుకు యురేనియం యు<sup>238</sup> అనగా దీని కేంద్రకములో 238 కణములు (92 ప్రోటానులు + 146 న్యూట్రాను) ఉండును. చాల అరుదైనది యు<sup>234</sup>. దీనిలో 142 న్యూట్రానులు ఉండును. కేంద్రక శక్తి ఉత్పాదనకు వాడబడునది యు<sup>235</sup>. దీని కేంద్రకములో 143 న్యూట్రానులు ఉండును. ప్రకృతిలో దొరుకు యురేనియంలో ప్రతి 140 భాగములకు యు<sup>238</sup> సుమారు ఒక భాగము యు<sup>235</sup> ఉండును.

**నియంత్రిత వరుస మార్పు (Controlled Chain Reaction) :**

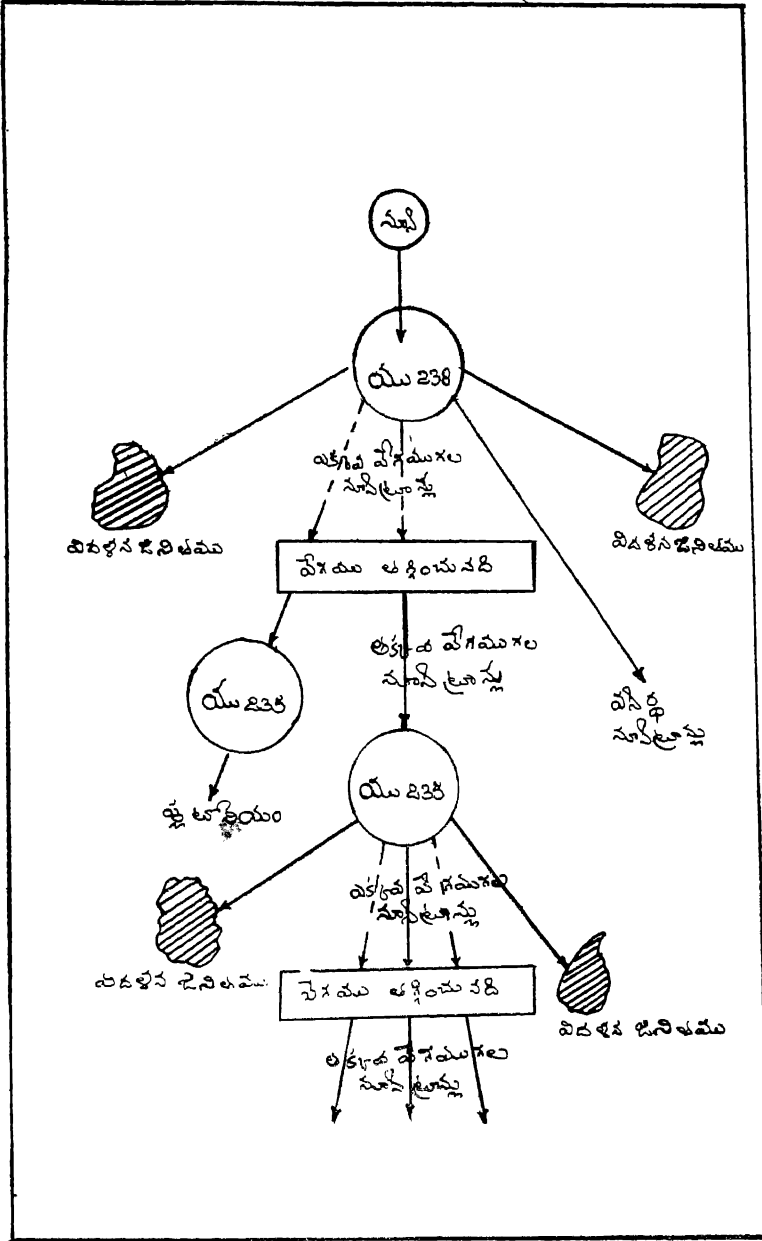
ప్రకృతిలో దొరుకు యురేనియంపై తక్కువ వేగము గల న్యూట్రాన్లను ప్రయోగించినపుడు యు<sup>235</sup> పరమాణువులు విదళనము చెందును. కాని విదళనలో జనించిన న్యూట్రాన్లు అధిక వేగము (సెకెండుకు 10,000 మైళ్ళ వేగం), కలిగి ఉండుట వల్లను యురేనియంలో యు<sup>238</sup> పరమాణువు లెక్కువగా ఉండి, యీ వేగము గల న్యూట్రానుల తన కేంద్రకములలో ఇముడ్చుకొని, యు<sup>239</sup> గా మారుటవల్లను, విదళన కార్యము ముందుకు సాగదు. అనగా ప్రతి 140 భాగముల యు<sup>238</sup> కు ఒక భాగమే యు<sup>235</sup> ఉండి, అతి వేగముగా విడుదలైన న్యూట్రాన్లను యు<sup>238</sup> తనలో బిక్కిము చేసుకొనుటవల్ల తక్కువగా ఉన్న యు<sup>235</sup> పరమాణువులకు విదళన న్యూట్రాన్ల వరుస విదళనము జరుగదు. కాని, అతివేగముతో విడుదలైన విదళన న్యూట్రాన్ల వేగమును తగ్గించుటకు ఫియకలిగిన, యొడల ఆతక్కువ వేగములో అవి

యు<sup>238</sup> లో ఇముడక యు<sup>235</sup> పరమాణువులను విదళన కావించును. విదళన న్యూట్రాన్ల వేగము తగ్గించుటకు యురేనియంలో కొన్ని తేలిక పరమాణువులను కలుపవలెను. ఈపనికి గ్రాఫైట్ (Graphite) రూపముతో వున్న బొగ్గును ఉపయోగింతురు. (ఉదాహరణగా, ఆప్టజనికాని, పీనిమిశితమైన నీటిని కాని కూడా కలుపవచ్చును.) బొగ్గు, న్యూట్రాన్లను హరింపక వాటివేగమును తగ్గించును. విదళన న్యూట్రాన్లను యు<sup>235</sup> పరమాణువులకే తగులునట్లు చేయుటకు, అవి యితర మార్గములలోనికి పోకుండా అరికట్టవలెను.

పరిశుభ్ర పరుపబడిన గ్రాఫైట్లో, మలిన రహితము చేయబడిన సామాన్య యురేనియం (అనగా యు<sup>235</sup> ఒక పాలు, యు<sup>238</sup>, 140 పాళ్లు ఉన్నది.) లెక్కలు కట్టి నిర్ణయింప బడిన తావులలో ఆమర్చి, యురేనియంకు, మధ్య కాడ్మియం పూసిన యిసుప తలుపులు ఉండును. కాడ్మియం న్యూట్రాన్లను అపితముగా తనలోనికి హరించు గుణము కలిగి ఉండుటచే యివి అడ్డముగా ఉన్నప్పుడు, వీనికి ఒక ప్రక్కనున్న యురేనియంలో నుండి మరియొక ప్రక్కనున్న యురేనియంలోనికి న్యూట్రాన్లు పోలేవు. కావలసిన విధంగా యీ తలుపులను తెరువ వచ్చును, మూయవచ్చును. గ్రాఫైటులోనే ఒక చోట మొట్ట మొదటగా న్యూట్రాన్లను తయారుచేయు పదార్థము (రేడియం బెరిలియం మిశ్రమము)ను ఉండును. దీనినుండి కొన్ని న్యూట్రాన్లు గ్రాఫైట్ ద్వారా దూరి, గ్రాఫైట్ కేంద్రకములకు తగిలి వేగము తగ్గి యురేనియంను చేరును. ఈ మంద గమన న్యూట్రాన్లు యు<sup>238</sup> చే హరింపబడక, యు<sup>235</sup> పరమాణు కేంద్రకములను విదళనము కావించును. ఈ విదళనములో విడుదలైన న్యూట్రాన్లు అతివేగము కలిగియున్నను, ఒక చోటి యురేనియంలో బయలుదేరి, మరియొక చోటి యురేనియంకు పోవుటకు గ్రాఫైట్ ద్వారా పోవవునరమగుట వల్ల, వాటి వేగము తగ్గి రెండవ చోటి యు<sup>235</sup> పరమాణు కేంద్రకములను విదళనము చేయును. ఇది వరుసమార్పు. కాడ్మియం పూత తలుపులను తెరిచిన కొంది యీ మార్పులు ఎక్కువ అగును. తలుపులు మూసిన కొంది తగ్గి,

త్రిగ మూసినప్పుడు మార్పులు ఆగిపోవును. ఈ ముగా నియంత్రిత వరుస మార్పు (Controlles in Reaction) సాధ్యమగు చున్నది. పటము1 యీ మార్పు చూడనగును.

పరమాణు కేంద్రకమును బ్రద్ధము కొట్టగానే, కేంద్రక భాగములను చేర్చి ఉంచిన మహత్తర బలము విడుదలగును. ఈ విధారణ వలన ఉష్ణత జనించును పై చెప్పబడిన ఏర్పాటును పరమాణు (Atomic pile) లేక కేంద్రక కొలిమి లేక



పటము - 1 నియంత్రిత వరుస మార్పు

అనగా కేంద్రక ప్రతిక్రియా జనకము (Nuclear Reactor) అందురు. ఇదియే కేంద్రక శక్తి జనిత విద్యుత్తునకు ఆధారము. ఈ ఉద్యమించిన ఉష్ణమును సంగ్రహించి, నీటిని ఆవిరిగా మార్చి, యీ ఆవిరిచే సాంప్రదాయక ఉష్ణ విద్యుత్ కేంద్రము లలోవలె విద్యుదుత్పాదన చేయబడును.

**కేంద్రక కొలిమి లేక రియాక్టరు (Nuclear Reactor) :**

ఇంతవరకు కేంద్రక శక్తి ఉష్ణతా రూపములో ఎటుల లభ్యమగుచున్నదో తెలుపబడినది. విద్యుత్తు శక్తి ఉత్పాదనకై అనువగ రియాక్టరు యొక్క రూపకల్పన (Design) లో పరిశీలించి జాగ్రత్త పహింపవలసిన విషయములు చాల ఉన్నవి.

**రక్షణ కవచము (shielding)**

రియాక్టరు పనిచేయునప్పుడు అపాయకరమైన న్యూట్రాన్లు, గామా కిరణములు మరి యితర రశ్మిద్రావి కణములు వెలువడును. వీటి నుండి అవట పనిచేయు వారిని రక్షించుటకై రియాక్టరు చుట్టును, రక్షణ కవచము అవసరము. దీనికి వివిధ వస్తువులను వాడుదురు. ఎక్కువగా సిమెంటు కాంక్రీటు వాడబడు చున్నది. రియాక్టరు చుట్టును అన్ని ప్రక్కలను కొన్ని అడుగుల మందము గల సిమెంటు కాంక్రీటు రక్షణ కవచముగా పనిచేస్తుంది.

**మోడరేటర్లు మరియు పరావర్తనములు (Moderators and Reflectors) :**

రియాక్టరులో ఉద్యమించిన అతివేగపు విదళన, న్యూట్రాన్లవేగమునుతగ్గించి విదళనకార్యముఎక్కువ కార్యదక్షతతో జరుగుటకు సహకరించు వాటిని మోడరేటర్లు (Moderators) అందురు. ఈ విదళన న్యూట్రాన్లు యితరత్రా పోకుండా రియాక్టరు లోనికే యీ న్యూట్రాన్లను పరావర్తనము చేయుటకు పరావర్తనం (Reflectors)ను వాడుదురు. అదృష్టవశాత్తు మంచిమోడరేటర్లన్నియు కూడ చాల వరకు

మంచి పరావర్తనం గుటచే, యీ రెండు పనులకు ఒకే పదార్థము సరిపోవుచున్నది.

అన్నిటి కంటె మంచి మోడరేటరు గురూదకము లేక భారజలము (Heavy water). ఉదజని (Hydrogen) యొక్క రెండు పరమాణు భారము గల దొయటిగిమం అను సమస్థానీయము (Isotopes) తో ప్రాణవాయువు (Oxygen) యొక్క 18 పరమాణు భారములుగల  $O_{18}$  సమస్థానీయము, రసాయనికముగా సంయోగించుట వలన మామూలు నీటికన్న యెక్కువ అణుభారము గల నీరు యేర్పడును. దీనినే గురూదక మందురు. ఇది న్యూట్రాన్లను గ్రహింపక వాటి వేగమును ఫలవంతముగా తగ్గించు గుణమును కలిగి యున్నది.

తరువాత, బెరీలియం మరియు గ్రాఫైటు కూడ మంచి మోడరేటర్లే. మామూలు నీరును కూడ వాడవచ్చును. కాని అంత తృప్తికరంగా వుండదు. ద్రవ రూపములోనున్న మోడరేటరును వాడినయెడల అది మోడరేటరుగా పనిచేయుచే కాకరియాక్టరులోని వేడినికూడ గ్రహించి, రియాక్టరు నందలి ఉష్ణత విపరీతంగా పెరుగకుండా సహాయపడుతుంది.

**ఇంధనము (Fuel) :**

కేంద్రక విద్యుదుత్పాదనకు యింతవరకు యురేనియం, థోరియం, ప్లటోనియం, మరియు వీటి సమస్థానీయములు అనువైనవిగా ఉన్నవి. థోరియం, ప్లటోనియం ఉపయోగము యింకను ప్రయోగ స్థాయిలో ఉన్నది. అందుచే ప్రస్తుతము యురేనియం మాత్రమే తగిన ఇంధనముగా ఉన్నది. ప్రకృతిలో దొరుకు యురేనియంలో 0.7 శాతము యు<sup>235</sup> న్ను, మిగిలిన 99.3 శాతము యు<sup>238</sup> గాను ఉన్నవి. విదళనకు పనికి వచ్చునది, యు<sup>235</sup> అయినను, యు<sup>238</sup> కూడ విదళన క్రియలో, విదళనకు పనికి వచ్చు ప్లటోనియం<sup>239</sup> గా, మారుటచే సారవంతమైన పదార్థముగా పరిగణింప బడుచున్నది. కాని యురే

కేంద్రక విద్యుత్ వ్యవస్థ	సాంప్రదాయక ఉష్ణ విద్యుత్ వ్యవస్థ
ఇంధనము	ఇంధనము
↓	↓
కేంద్రక రియాక్టరు	కొలిమి
↓	↓
శీతలీకరణవ్యవస్థ మరియు ఉష్ణతా మారకము	బాయిలర్
↓	↓
జలబాష్ప పరిభ్రమణ విద్యుజ్జనకము	జలబాష్ప పరిభ్రమణ విద్యుజ్జనకము
↓	↓
విద్యుచ్ఛక్తి	విద్యుచ్ఛక్తి

పై తారతమ్య వివరమునుబట్టి జలబాష్ప (Steam) ఉత్పత్తి వరకే కేంద్రక పద్ధతి సాంప్రదాయక పద్ధతి వేరు వేరుగా ఉండి తదుపరి విద్యుదుత్పత్తికి జల బాష్పమును ఉపయోగించు పద్ధతి రెంటిలోనూ ఒకే విధంగా ఉండునని తెలియుచున్నది. అందుచే కేంద్రక విద్యుదుత్పత్తి వ్యవస్థలో ముఖ్యమైనది కేంద్రక కొలిమి లేక రియాక్టరు అని తెలుసుకొనవలయును.

**వివిధ రకముల రియాక్టర్లు :**

వాడబడిన శీతలీకరణ (Coolant) ని బట్టి రియాక్టర్లు వివిధ రకములుగా ఉండును.

(i) వాయు శీతల గ్రాఫైట్ రియాక్టరు (Gas-Cooled Graphite Reactor) : వీటిలో బొగ్గు పులుసు వాయువు కాని హీలియం వాయువు కాని శీతలీకరణగా తక్కువ ప్రేషములో (Low Pressure) వాడబడును. ఈ రకపు రియాక్టరుతో నేరుగా వాయు పరిభ్రమణ యంత్రము (Gas-Turbine) ను నడిపించి విద్యుదుత్పాదన చేయవచ్చును. లేక రియాక్టర్లు నుండి వచ్చు వేడి

వాయువుచే జలబాష్ప జనకము (Boiler) లో నీటిని ఆవిరిగా మార్చి ఆవిరి టర్బైన్ను నడిపించి విద్యుదుత్పత్తి చేయవచ్చును. ఈ వాయు శీతల రియాక్టర్లలో గ్రాఫైట్ ను మోడరేటర్ గా వాడుదురు. దీనిలో సహజ (Natural) యురేనియం వాడవీలగును.

(ii) అధిక ప్రేష జల రియాక్టరు (Pressurised Water Reactor) : దీనిలో మామూలు నీరు లేక గురూదకము వాడవచ్చును. గురూదకము యొక్క హెచ్చు సౌలభ్యము యింతకు ముందే చెప్పబడినది. రియాక్టరులో నీరు మరుగకుండా ఉండుటకు, నీటిని హెచ్చు ప్రేషములో సరఫరా చేయవలయును. దీని వలన తాపకార్యదక్షత (Thermal Efficiency) ఎక్కువగును. ఇందులో కొంచముగా శుద్ధి చేయబడిన (యం 235 2.5 శాతము ఉండునట్లు) యురేనియంను జిర్కోనియం ధాతు మిశ్రమము లేక స్టెయిన్ లెస్ స్టీల్ గొట్టములో ఉంచి వాడవలయును.

(iii) మరుగు నీరు రియాక్టరు (Boiling Water Reactor) ఇందులో మామూలునీరు వాడుదురు. ఇది రియాక్టరులోనే మరిగి ఆవిరిగా మారును. ఈ ఆవిరిని టర్బైన్ కు నేరుగా పంపవచ్చును. కాని అటుల పంపిన టర్బైన్ రశ్మ్యధారితకు గురియగు అవకాశము ఉంది. అందుచే యింకొక పద్ధతిలో రియాక్టరు నుండి వచ్చు ఆవిరిని ఉష్ణతా మారకము (Heat Exchanger) గుండాపొనిచ్చి, వేరే ఉన్ననీరు ఆవిరిగా మార్చబడి టర్బైన్ కు పంపబడును. దీనిలో కూడా శుద్ధి చేయబడిన యురేనియంనే వాడుదురు.

(iv) సోడియం శీతల గ్రాఫైట్ రియాక్టరు (Sodium Cooled Graphite Reactor)

దీనిలో ద్రవరూపమున నున్న సోడియం శీతలీకరణగను, గ్రాఫైటు మోడరేటరుగను వాడుదురు.

దీనిలో ఉన్న ముఖ్య యిబ్బంది, సోడియం వల్ల కలుగు క్షయము (Corrosion). అందుచే గ్రాఫైటును, యురేనియంని కూడా జిర్కోనియం లేక స్టెయిన్ లెస్ స్టీలుచే కప్పవలయును. మరి యొక యిబ్బంది ఏమనిన, ఉష్ణతా మారకము (Heat Exchanger) లో సోడియం పోవు గొట్టములలో చిల్లిపడి, సోడియం, నీటితో కలసి నచో అగ్ని ప్రమాదము సంభవింపవచ్చును (సోడియం నీటిలో మండును). అందుచే సోడియం యొక్క వేడిని ఒక ఉష్ణతా మారకములో పాదరసమునకు మార్చి, యీ వేడెక్కిన పాదరసము నుండి, వేడిని మరొక ఉష్ణతా మారకములోని నీటికి అందచేతురు. ఈ రియాక్టరునందు కూడ శుద్ధిచేయబడిన యురేనియంను వాడవలయును.

**త్వరితగతి మరియు స్వయంభువ లేక స్వజనిత రియాక్టర్లు** (Fast and Breeder Reactors):

విదళనలో వెలువడు న్యూట్రాన్లన్నియు కూడ అతి వేగవంతముగా వుండును మోక్షరేటురు లేక పోతే, తరువాత జరుగు వరస విదళనములన్నియు, యీ వేగపు న్యూట్రాన్ల వలనే జరుగును. ఈ విధముగా విదళన జరుగు, రియాక్టరును త్వరిత గతి రియాక్టరు (Fast Reactor) అందురు. కాని వీటిలో విదళనకనువగు యింధనము అధి:ముగా ఉండవలెను. అధికాక సారవంతమైన (Fertile) యు<sup>238</sup> లేక థోరియం<sup>228</sup> కూడ రియాక్టరులో ఉన్నయెడల, వేగపు న్యూట్రాన్లను హరించుటవల్ల యీ సారవంత పదార్థములు విదళన కనువగు పదార్థముగా మారును. ఈ పదార్థము విదళన ప్రక్రియను జరిగించు పదార్థములో సమముగా ఉన్నచో

అట్టి రియాక్టరును స్వయంభువ లేక స్వజనిత రియాక్టరు అందురు. అనగా యిందులో విదళన ప్రక్రియలో, దానికి ఖర్చగు యింధనము కంటె ఎక్కువ విదళన ద్రవ్యము ఉత్పత్తి అగును. దీని మరల విదళన ప్రక్రియకు వాడవచ్చును.

సహజ యు<sup>235</sup> యు<sup>238</sup> మిశ్రమమును వాడినపుడు, విదళన ప్రక్రియలో ప్లటోనియం<sup>239</sup> తయారగు చున్నది. అనగా యు<sup>236</sup>, న్యూట్రాన్లను హరించి అస్థిరమైన యు<sup>233</sup> గా మారి, యిది మరల వెనువెంటనే మార్పులు చెంది, చివరకు రశ్మిదారితమైన ప్లటోనియం గా<sup>239</sup> మారును. అదే విధంగా థోరియం<sup>242</sup> న్యూట్రాన్లను హరించి, అస్థిరమైన థోరియం<sup>233</sup> గా మారి, యిది వెంటనే మార్పు చెంది అస్థిర ప్లట్ట<sup>233</sup> గా మారి, యిది మరల రశ్మిదారి యు<sup>233</sup> గా మారును. ఇది యు<sup>235</sup> వలెనే విదళన ప్రక్రియకు పనికి వచ్చును.

ఈ విధమైన స్వయంభువ లేక స్వజనిత రియాక్టరు (Breeder reactor) ప్రస్తుతము ప్రయోగ స్థాయిలో ఉన్నది. తమిళనాడులోని కల్పాకం వద్ద కూడ ఒక ప్రయోగాత్మక బ్రిడర్ రియాక్టరు నెలకొల్పబడు చున్నది.

మనదేశంలో విశేషమైన థోరియం నిధులుండుటచే, థోరియం, ప్లటోనియంలను ఉపయోగించుటలో నున్న కష్టముల నధిగమించి పెద్ద ఎత్తులో వ్యాపారిక స్థాయిలో, థోరియం, ప్లటోనియం త్వరితగతి బ్రిడర్ రియాక్టర్లు సాధ్యపడినపుడు మనకు అత్యంత కేంద్రక శక్తి ద్వారా విద్యుదుత్పాదనకు వీలు కలుగును.

శ్రీ ఎ. ఆర్. ఎన్. రావు.

శ్రీ అం. రా. న. రావు.

## 267. విద్యుత్ సాంకేతిక సిద్ధాంతములు (Principles of Electricity)

పూర్వ చరిత్ర :

అనంతమైన సృష్టిలోని భిన్న ఆకారములు లక్షణములు, ధర్మములు గల పదార్థములున్నవి. ప్రాణికోటి యిట్టి పదార్థములయొనికిని సృష్టేంద్రియాల సహాయముతో గమనించడం ఇరుగుతుంది. అన్ని ప్రాణులకంటె మానవునికి మనోనేత్రం వుండటం వలన వివిధ పదార్థముల లక్షణాలను నిర్ధారణచేసి వానియొక్క ధర్మాలను పరిశీలించి వేరు వేరు పదార్థముల సంయోగ వియోగముల వలనకలిగే రసాయనిక మార్పులను గమనించి, అందువలన లభ్యమయ్యే ఆదనపు పదార్థములను శక్తిని తన జీవితావసారాలను సమకూర్చుకొనటంలో వినియోగించుకోవడానికి వీలుకలిగింది. క్రమ పరిణామాలలో లభించిన వివిధ పదార్థముల వినియోగ విధానాన్ని క్రోడీకరించటం వల్ల ముందు తరాలవారికి శ్రమలేకుండా పదార్థ విజ్ఞాన సముపార్జన చేయడానికి వీలుకలిగింది. పదార్థముల భౌతిక ధర్మమేగాక, అంతర్గత శక్తిని వెలువరించి వినిమయంలో పెట్టుకోవటానికి అనువైన ఖచ్చితమైన మార్గాలు సూచించి నిరూపించడమే విజ్ఞాన శాస్త్రము యొక్క ముఖ్యలక్షణము. పదార్థముల యొక్క భౌతిక ఆకార లక్షణాలతో సంబంధము లేక రెండులేక అంతకన్న యొక్కప పదార్థముల సంయోగము వలన మూల పదార్థములలో జరిగే రసాయనిక మార్పులు, అందుమూలముగా ఉత్పాదిత మగు శక్తి, వివిధోపయోగములకు పనికి వస్తుందని నిరూపించడం విజ్ఞానుల ముఖ్యకర్తవ్యమైంది. పదార్థముల యందు అంతర్లీనమై యున్న శక్తికి ప్రత్యక్ష

నిదర్శనం విద్యుత్ శక్తి, ఉష్ణ శక్తి యిత్యాదులు. విద్యుత్ అనేది ఒక మూల పదార్థం కాదు. రెండు మూల పదార్థముల సంయోగం వల్ల, మూల పదార్థముల పరమాణువులలో జరిగే సంచలన మార్పు వలన యీ శక్తి ఉడుతుంది. సృష్టిలో ప్రతి పదార్థము అనేకమైన అణువుల సంకలనముతో, యేర్పడుతుంది. ఒక వస్తువు మరియొక దానితో రాపిడి చెందనప్పుడు, దానిలో కొన్ని మార్పులు జరిగి, కొత్త ధర్మం లభిస్తుంది. ఈ సత్యాన్ని నిరూపణ చెయ్యడానికి, ఆమార్పు మానవుని నిత్య కృత్యాల వాడకానికి అనువుగా చెయ్యడానికి గతంలో శాస్త్రజ్ఞులు చేసిన నిరంతర కృషి మరువలేనిది. శాస్త్ర విజ్ఞానాన్ని సమగ్రంగా సంపూర్ణంగా ఆకళింపు చేసుకోవటానికి గతంలో జరిగిన క్రమ పరిణామ అభివృద్ధిని పునశ్చరణం చేసుకోవటం అవసరం.

ప్రాచీన గ్రంథాలలో అనేక చోట్ల విద్యుత్ అనే పదం వాడబడింది. కాని దాని స్వరూప, స్వభావాలు, అది లభించే మార్గాలు, దాని వాడకం విధానాలు నిర్దిష్టంగా విశదీకరించి వ్రాసియుండలేదు. మెరుపును విద్యుల్లత అని వర్ణిస్తుంటే అది మానవుల కందుబాటులోలేని గగన కుసుమమేమో నవి పించేది. ఇది సామాన్యుల మానసికస్థితి; కాని ప్రజ్ఞాపంతులైన మేధావులు ఆ శక్తిని పుత్పాదన చేసి మనకు అందుబాటులోకి తేవటానికి అవిరళ కృషిచేశారు.

క్రీస్తు పూర్వము 624 సంవత్సరములో మైలిటన్ నగరంలో జన్మించిన తేలీస్ అను గ్రీకు

శాస్త్రవేత్త విద్యుచ్ఛక్తి శాస్త్ర విజ్ఞానానికి అంకురార్పణ చేశాడు. సీమగుగ్గిలమును చేతితో రుద్దినచో, దానికి చిన్న చిన్న వస్తువుల నాకర్షించే స్వభావం కలుగుతుందని అతడు కనిపెట్టాడు. గ్రీకు భాషలో సీమగుగ్గిలానికి "ఎలక్ట్రిక్" అని పేరు. ఈ పదము నుండి "ఎలెక్ట్రిసిటీ" అనే అంగ్రపదం పుట్టింది. తరువాత విలియం గిల్బర్ట్ (1540-1608) అనే విజ్ఞాని "డేమేగ్నెట్" (De Magnete) అనే గ్రంథములో యీవాడు అనుసరణలో వున్న విద్యుత్ శాస్త్ర సిద్ధాంతముల నిరూపించాడు. స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రరంగములో చేసిన కృషి ఫలితాంశము యీగ్రంథంలో పొందుపరిచాడు. పట్టుగుద్దతో రుద్దబడిన సీమ గుగ్గిలము (ఁబరు) నకు తేలిక వస్తువుల నాకర్షించు గుణము, రుద్దబడిన తలముపై స్థిర విద్యుదుత్పాదన వలన, యేర్పడుచుండునని ఇతడు కనిపెట్టెను. ఇతడిట్టి ప్రయోగమును అనేక ములగు వస్తు పదార్థములతో చేసెను. గాఢ, గంధకము, వంటి పదార్థములకు యిట్టితర వస్తువుల నాకర్షించు గుణము కలుగుననియును, రాగి యెత్తడి, వెండి మొదలైన వాటికి అట్టి స్వభావము సంక్రమించదనియు నిరూపించెను. తేలిక వస్తువుల నాకర్షించు గుణము పొందువానిని 'ఎలెక్ట్రిక్స్' అనియు, అట్టి గుణము పొందనివానిని 'నాన్ ఎలెక్ట్రిక్స్' అనియు నీతడు వర్గీకరించెను. వీనినే యిప్పుడు క్రమముగా విద్యుత్ బంధకము (Insulator) అనియు విద్యుద్వాహకము (Conductor) అనియు అందుము. స్థిరవిద్యుత్ శాస్త్రము 18 వ శతాబ్దములో హక్స్లీ, డూఫే, ఫ్రాంక్లిన్, ఎఫ్రెన్ అను శాస్త్రజ్ఞుల కృషివల్ల అభివృద్ధి చెందెను. ఇందు బెన్జిమిన్ ఫ్రాంక్లిన్, మెరుపుగూడ విద్యుత్ ప్రసవమటయే అని, నిరూపించెను. 18 వ శతాబ్దాంతమునకు ప్రిస్టిరీ, కవెండిష్, కూబాంబు అను విజ్ఞానులు వైద్యుత్కర్షణ బలనియమమును నిర్దిష్టమైన శాస్త్రపరిభాషిక సంకేతములలో నిర్వచించిరి.

18 వ శతాబ్దపు చివరి భాగములోనే లూగే గాల్వనీ (1737-98) ప్రవాహ విద్యుత్ శాస్త్రవిజ్ఞానానికి అంకురార్పణ చేశాడు. గాల్వనీ ప్రతిపాదించిన ప్రయోగ విషయాలకు యథార్థ వివరణ చేసినది ఆలీసాండ్రో వోల్టా (1745-1827).

19 వ శతాబ్దములో విద్యుత్ మరియు ఆయస్కాంత శాస్త్రములు సిద్ధాంతపరముగాను, ప్రయోగ రూపమునను గణనీయమైన అభివృద్ధి పొందినవి. ఈ కాలములోనే విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రమును నుతన విజ్ఞానశాఖ ఉద్భవించి పెంపొందింది. సర్ హంఫ్రీ డేవిడ్, హన్సు క్రిస్టియన్ ఆల్స్టెడ్, మైకెల్ ఫేరడే, ఏంపియర్, ఫేరడే అనెడు పండితుల యీవిద్యుదయస్కాంత శాస్త్ర ప్రతిపాదనచేసి తెచ్చి పెంపొంద చేసినవారిలో ముఖ్యులు. విద్యుత్ ప్రవాహము, అయస్కాంతము వొకదాని కౌకటి సన్నిహితముగా నున్నపుడు పరస్పరముగా యాంత్రిక బల ప్రసారము జరుగునని ఆల్స్టెడ్ కనిపెట్టెను. ప్రతి విద్యుత్ ప్రవాహము చుట్టును సదా అయస్కాంత క్షేత్రముండునని ఏంపియర్ కనుగొనెను. ఇదేసమయమున జోసెఫ్ హెన్రీ (1799-1875) అను అమెరికన్ శాస్త్రజ్ఞుడు కృత్రిమ పద్ధతిలో శక్తివంతమైన విద్యుదయస్కాంతములను తయారుచేయుటకు పరిశోధనలు జరిపి కృతకృత్యుడయ్యెను. అవిచ్చిన్న తంత్రీవలయము గుండా అయస్కాంతమును ముందు వెనుకలకు త్రిప్పిన ఆవలయములో విద్యుత్ ప్రవాహము జనించునని ఫేరడే కనుగొనెను. ఈ మహత్తర సిద్ధాంతము ఆధారముగనే విద్యుత్ జనక సాధనము (Generator) నిర్మాణము జరుగుచున్నది.

**విద్యుత్ :** ఉష్ణము, కాంతి మొదలగు శక్తుల వలెనే విద్యుత్తు గూడా ఒక శక్తి రూపము. ఇది స్థిర విద్యుత్తనియు, ప్రవాహ విద్యుత్తనియు రెండు రకములుగా నుండును.

**స్థిర విద్యుత్ :** సుస్థాయిక స్థితిలో ఆవేశము (Charge) గా యుండు విద్యుత్ నే స్థిర విద్యుత్ అనెదరు. ఎటొనైట్ పైపొడి ప్లానల్ గుర్తతోపుర్ణణ చేసినప్పుడు దానిపై జనించు విద్యుత్ దీనికుదాహరణము. ఒక వస్తువును మరియొక వస్తువుచే రాపిడి చేసినపుడు వాటిలో ఏవస్తువు తనఉపరితలమునుండి ఎలక్ట్రాన్లను కోల్పోవునో అది ధన విద్యుదావేశము పొందును. ఈ ఎలక్ట్రాన్లను గైకొన్న రెండవ వస్తువు ఋణ విద్యుదావేశముపొందును. ఈ రెండు వస్తువులను వాహకము (Conductor) ద్వారా కలిపిన ఒకదానినుండి మరియొక దానికి విద్యుత్తు ప్రవహించును. అనగా వాహకము ద్వారా కలిపిన వెంటనే, రాపిడివలన ఒక వస్తువు నుండి మరియొక వస్తువునకు బదిలీకాబడిన ఎలక్ట్రాన్లు-ఋణ విద్యుత్, ఆవేశ వస్తువు నుండి అనగా ఎలక్ట్రాన్ ప్రేషము ఎక్కువగా వున్న వస్తువునుండి, ధన విద్యుదావేశము గల వస్తువునకు, అనగా ఎలక్ట్రాన్ ప్రేషము తక్కువగా నున్న వస్తువునకు, తిరిగి తమ స్థానములకు పోవును. దీనిని ఉత్సర్గము (discharge) అందురు. ఈ ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహమే విద్యుత్ప్రవాహము. సాంప్రదాయక (Conventional) ప్రవాహము యీ ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమున కెదురుగా వుండును. ఇచ్చట ఉత్సర్గము జరిగిన తృటికాలములోనే ఆ ప్రవాహము మాయమగును. కాని అవిరతంగా (Continuously) ఆ ప్రవాహముండదు. అందుచే స్థిర విద్యుత్ అవిరత కార్యములకు ఉపయోగింపదు. ఆకాసములో కనబడు మెరుపులు యీ తరగతికి చెందినవే. ధన, ఋణ విద్యుదావేశము గల మబ్బులమధ్యనూ, మరియు ధనవిద్యుదావేశమబ్బులకు, భూమికిమధ్యనూ ఏర్పడే ఉత్సర్గముచూచు, స్ఫులింగచాపములును యీ మెరుపులకు కారణము. ఈ స్ఫులింగ చాపమునల్ల అతిఉష్ణత ఉత్పన్నమై చుట్టునున్న వాతావరణము అత్యధికముగా వేడెక్కును. దానివల్ల పరిసర

రమూ గాలులు వుద్వేగముతో వ్యాకోచము పొంది ప్రక్కనున్న చల్లనిగాలులతో సంఘర్షించును. ఈ సంఘర్షణవలన గాలిలో ఏర్పడిన ప్రబల తరంగములు దృశ్యనిగా వినబడును. అదియే ఉరుము.

**ప్రవాహవిద్యుత్ :** రాపిడివల్ల రెండు వస్తువుల మధ్య కలుగజేయబడిన ఎలక్ట్రాన్ ప్రేషవ్యత్యాసము, ఆ వస్తువులను వాహకము ద్వారా కలిపినప్పుడు విద్యుత్ప్రవాహమును ఒక వస్తువు నుండి రెండవ వస్తువునకు కలుగజేసి ప్రేషము నశింపగానే ప్రవాహము ఆగిపోవును గదా! ఈ విద్యుత్ప్రవాహము జరుగుచున్నప్పుడే సరి సమానంగా మరియొక విధంగా రెండు వస్తువుల మధ్య ఎలెక్ట్రాన్ ప్రేషము ఉండునట్లు చేసినయెడల, ప్రవాహము ఆగక ప్రేష వ్యత్యాసమున్నంత సేపు ప్రవాహము జరుగుచుండును. ఇదియే ప్రవాహవిద్యుత్ ఇటువంటి ప్రక్రియ రసాయనిక పద్ధతినగానీ, విద్యుదయస్కాంత పద్ధతినగానీ జరిగింపవచ్చును.

### రసాయనికంగా విద్యుదుత్పత్తి :

రసాయనికంగా విద్యుదుత్పత్తి చేయు పరికరమునకు గాల్వనీ ఘటమని పేరు. దీనియందు విద్యుద్వాహకమగు విద్యుద్విశ్లేషక ద్రావణము (electrolyte) లో ఆయనులను జనింపజేయగల భిన్నధాతు విద్యుద్వాహక అగ్రము ఉంచబడును. సామాన్యంగా రాగి ధనాగ్రముగను, యశదము అనగా జింకు ఋణాగ్రముగను, విద్యుద్విశ్లేషక ద్రావణములో నుంచబడును. అప్పుడు, జింకు ఫలకము నుండి జింకు ఆయనులు రసాయన ప్రక్రియవల్ల వెలువడి ద్రావణములో ప్రవేశించును. జింకు పరమాణువులు (atoms), జింకు ఆయనులు (Ions) గా మారునపుడు, ప్రతి జింకు పరమాణువు రెండు ఎలక్ట్రానులను కోల్పోవును. ఈ ఎలక్ట్రాన్లు జింకు ఫలకముపై నిలిచి పోవును. అందుచే జింకు ఫల



కము ఋణావేశము కలదగును. ఈ ఋణావిష్టమైన జింకు ఫలకము చుట్టు ప్రక్కల నున్న ధనావిష్ట జింకు అయినుల నాకర్షించుటవల్ల ఫలకము పై ఎలక్ట్రానుల ఋణావేశము ఒక పొరగాను, ఆ పొరచే నాకర్షింపబడిన ధనావిష్టజింకు అయినుల ధనావేశ మింకొక పొరగాను ఏర్పడి జింకు అయినులు ద్రావణము లోనికిపోవు ప్రక్రియ ఆగిపోవును. ఇదే విధంగా ధనావిష్టమైన రాగి అయినులు, రాగి ఫలకముపై కూడుకొని విరుద్ధావేశముగల అయినుల నాకర్షించుటవల్ల దానిపై కూడ ఒక జంటపొర ఏర్పడును. ఈ ప్రక్రియ, ధాతువులను ద్రావణములో ముంచిన తృటికాలములో, జరిగిపోవును. ఇప్పుడు రాగి, జింకు ఫలకములను లోహపు తీగతోకలిపిన యెడల, జింకు పైనున్న ఎలక్ట్రానులు తీగే ద్వారా రాగి ఫలకమువైపు ప్రవహించి, రాగి ఫలకమును చేరి, దానిపై నున్న రాగి అయినులను పరమాణువులుగా మార్చి దానిపై నిక్షిప్తమగును. ఈ అదనపు ఎలక్ట్రాన్లు, జింకు ఫలకము నుండి రేచిపోవుటచే, జింకుపై జంట విద్యుత్తుల పొరయు, రాగిపై చేరిన పొరయు, మాయమై మరల జింకు అయినులు ద్రావణములో ప్రవేశించుటయు మున్నగు పై చెప్పబడిన ప్రక్రియ జరుగును. మరల ఎలక్ట్రాన్లు జింకు నుండి రాగివైపు ప్రవహించును. ఈ విధంగా జింకు ఫలకము ద్రావణములో పూర్తిగా లీనమగు వరకు ఎలక్ట్రాను ప్రవాహము ఆవిరతముగా జరుగును. అనగా రాగి నుండి జింకు వైపునకు విద్యుత్ప్రవాహ ముండును.

**విద్యుదయస్కాంత పద్ధతి :**

అయస్కాంతము యినుమును ఆకర్షించును. ఈ ఆకర్షణబలము అయస్కాంతమునకు దగ్గరవెక్కువగాను, దూరమైన కొద్ది తక్కువగాను, వుండును. ప్రతి అయస్కాంతము చుట్టునూ, దాని ఆకర్షణ బలము, ఎంతవరకు ఆవరించియుండునో ఆ భాగమునంతను అయస్కాంత క్షేత్రమందురు. 1820 లో ఆర్

స్టెడ్ విజ్ఞాని విద్యుత్ప్రవాహమునకును అయస్కాంత త్వమునకుగల సన్నిహిత సంబంధమును ప్రయోగ రూపంగా నిరూపించెను. ఈ ప్రయోగమువల్ల ఒక తీగెలో విద్యుత్ ప్రవహించునప్పుడు దానికి దగ్గరగా నుంచిన అయస్కాంతసూచిక భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రమున ఉత్తర దక్షిణములుగా కాక విద్యుత్తంత్రి వున్న దిశను బట్టి యింకొక దిశగా నిలుచునని తెలిసినది. తీగలో విద్యుత్తు ఆపివేసిన, సూచిక కదలి ఉత్తర దక్షిణముగా నిలచును. సూచిక ఏ వైపుకు తిరుగునదియు అంపియర్ విజ్ఞాని ఒక సూత్రము ద్వారా వివరించెను. తంత్రిలోని విద్యుత్ ప్రవాహ దిశవైపు ఒకమనిషి, తంత్రి క్రింద నుంచిన దిక్కుచిని చూచుచు, యీదు చున్నట్లు భావించిన, ఆ దిక్కుచి ఉత్తర ధృవము. ఆ వ్యక్తి ఎడమ వైపునకు తిరుగునని అంపియర్ నియమము సూత్రీకరించెను. ఏ వస్తువును కాని స్థిరస్థితి నుండి కదలించుటకు బలము నుపయోగింప వలయును. ఆ బలము నుపయోగించి వస్తువును కదలించునపుడు పని (Work) జరుగును. అందుచే తంత్రిలో విద్యుత్ ప్రవహించినపుడు, అయస్కాంత సూచిక తిరుగుటకు దాని పై బలము ప్రయోగింపబడి, సూచిక తిరిగిన దూరమును బట్టి పని జరిగినదన్న మాట. దీనికి విద్యుత్ ప్రవాహము వల్ల తంత్రి చుట్టు ఏర్పడిన అయస్కాంత క్షేత్రమే కారణము. ఈ విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రమువల్ల దాని పరిమితిలో వున్న అయస్కాంత సూచిక రెండు అయస్కాంత క్షేత్రముల మధ్యనున్న ఆకర్షణ, అపకర్షణల కనుగుణంగా తిరిగి వేరొక స్థానమున ఆగినదని అర్థము. దీనికి కావలసిన బలము రెండు అయస్కాంత క్షేత్రముల మధ్య నున్న ఆకర్షణ అపకర్షణల ద్వారా వచ్చినదని గుర్తించవలెను.

విద్యుత్ప్రవాహ మున్నచోట అయస్కాంత త్వము సంభవించును. కనుక అయస్కాంతత్వ

మున్నచోట విద్యుత్ప్రవాహ ముద్భవించునా అని పారడే శాస్త్రజ్ఞుడు పరిశోధనలు జరిపెను. ఈ పరిశోధనల ఫలితంగా నీతడు విద్యుత్ ధ్రువమునకు, ధ్రువమునకు మధ్య నున్న ప్రదేశములలో ధ్రువముల వునికి వలన చాల మార్పు వచ్చి ఆ ప్రదేశము ఒక విధమైన వికారమునకు గురియై వైద్యుతాయస్కాంతిక బలముల కదియే స్థానమగునని సిద్ధాంతి కరించెను. అనగా బలమునకు స్థానము, ప్రదేశము కాని ధ్రువములు కావు. లేదా ధ్రువములు-ప్రదేశములో నున్న-విలక్షణ స్థానములు. దీని ననుసరించి గౌస్ (Gauss) శాస్త్రజ్ఞుడు ఒక ఆయస్కాంత క్షేత్రములోని మొత్తము ఆయస్కాంత ప్రేరణమును కనుగొను సమీకరణమును, గణిత శాస్త్ర రీత్యా ప్రతిపాదించెను. దీనినే గౌస్ సిద్ధాంతమందురు. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమున కిది మూలసూత్రము. ఫేరడే కనుగొన్న వానిలో ముఖ్యమైనది వైద్యుత ప్రరోచనము.

**వైద్యుత ప్రరోచనము :-** ఒక విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రమందు ఒక తీగచుట్ట నుంచి, దాని కొనలను కలిపి, వలయము పూర్తి చేసిన యెడల విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము వుత్పన్నమైనపుడు, నశించినపుడు, మరియు ఆయస్కాంత ప్రరోచనముతో మార్పు కలిగినపుడు, తీగచుట్టలో విద్యుత్ప్రవాహము జనించుననియు, ఆయస్కాంత క్షేత్రము వుత్పన్నమైనపుడు యీ ప్రవాహము ఒక దిశయందును, క్షేత్రము నశించు నపుడు విద్యుత్ ప్రవాహము వ్యతిరేక దిశయందును వుండుననియు పారడే కనుగొనెను. విద్యుత్ప్రవాహమునకు కారణము విద్యుచ్ఛాలక బలము కాబట్టి యీ ప్రక్రియలో విద్యుచ్ఛాలక బలమువత్పన్న మగుచున్నదని అర్థమగును. మారుచున్న ఆయస్కాంత క్షేత్రములో నున్న విద్యుద్వాహకములో విద్యుచ్ఛాలక బలము ప్రేరేపింపబడునని దీని వలన తెలియుచున్నది. అనగా తీగకు ఆయస్కాంత క్షేత్రము

నకు మధ్య పరస్పర కదలిక వుండి, దాని ద్వారా తీగచే ఆయస్కాంత బలరేఖలు ఖండింప బడుచున్నప్పుడు, తీగలో విద్యుచ్ఛాలక బలము వుద్భవించునని గ్రహింపవలయును. తీగె, నిశ్చలముగా వున్న ఆయస్కాంత క్షేత్రములో, కదలినను, తీగె నిశ్చలముగా వుండి, ఆయస్కాంత క్షేత్రము కదలినను, యీ పరస్పర ఖండన జరుగును. ఈ సూత్రముల నాధారముగా చేసుకొని మేక్స్వెల్ మేధావి ఆయస్కాంత క్షేత్రమునకు విద్యుత్ క్షేత్రమునకు గల సంబంధమును స్థిరపరచి. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంత సమీకరణములను రూపొందించెను. ఈతని సిద్ధాంత ప్రకారము ద్రవ్యములన్నిటిని-ప్రవాహనుకూలములు, అననుకూలములు (పారవిద్యుత్తికములు Dielectrics) అని విభజింపవచ్చును. ఏదైన పారవిద్యుత్తికమును విద్యుత్ క్షేత్రములో నుంచిన, అందులోని ఎలక్ట్రాన్లు తమ నిశ్చల స్థానముల నుండి కొద్దిగ జరుగుగును. ఇది ఒక విధమైన విద్యుత్ప్రవాహ మనియు, దీనిని స్థానచలన ప్రవాహ మనియు, మేక్స్వెల్ నిర్వచించెను. అనగా పారవిద్యుత్తికములో సాధారణ విద్యుత్ప్రవాహము లేకపోయినను విద్యుత్ క్షేత్రము మాత్రము ఏర్పడును.

**విద్యుచ్ఛాలక బలము :**

రసాయనిక పద్ధతిన గాని, విద్యుదయస్కాంత పద్ధతినగాని, విద్యుత్ప్రవాహము జరిగినప్పుడు, ఈ ప్రవాహమునకు కారణమేమిటన్న కుతూహలము కలుగును. నీటి ప్రవాహ విషయములో, ఎత్తైననీటి తొట్టిని కొంచము క్రిందుగా నున్న తొట్టితో గొట్టము ద్వారాకలిపినపుడు, పైతొట్టినుండి క్రిందితొట్టికి, రెంటిలోని నీటిమట్టము ఒక ఎత్తుకు వచ్చువరకు నీరు ప్రవహించును గదా ! అనగా-రెండు తొట్టిలోని నీటి ప్రేషవ్యత్యాసము వల్ల-ఎక్కువ ప్రేషము లేక శక్తిగల స్థానమునుండి, తక్కువ శక్తిగల ప్రదేశమునకు, రెంటిలోని శక్తి సమానమగు వరకు-నీరు

ప్రవహించును. అదే విధముగా ఒకలోహపు కడ్డిని ఒకవైపు వేడిచేసినపుడు, కొంచముసేపటిలో రెండవ కొనకూడా వేడెక్కును. అనగా ఎక్కువ ఉష్ణతా ప్రదేశమునుండి వాహకము ద్వారా తక్కువ ఉష్ణ ప్రదేశమునకు ఉష్ణత ప్రవహించినదని చెప్పవచ్చును. అందుచే శక్తివ్యత్యాసమున్నగాని ప్రవాహముండదు. కావున విద్యుత్ప్రవాహమున్నచోట శక్తివ్యత్యాసము ఉండవలయునని తెలియుచున్నది. రసాయనిక ప్రక్రియవల్లగానీ విద్యుదయస్కాంత పద్ధతినగానీ, విద్యుత్ శక్తి వుత్పన్నమై, వలయము సంవృతము (Closed) చేయబడినపుడు, ప్రవాహమును ప్రేరేపించుచున్నదని తెలిసికొనవలయును. ఈ శక్తినే విద్యుద్బాంధక బలము లేక వోల్టేజీ (వోల్టా విజ్ఞాని జ్ఞాపకార్థంగా) అందురు.

**విద్యుద్విశ్లేషక వహనము :**

ఎలక్ట్రోన్ ప్రవాహమే విద్యుత్ప్రవాహమని చెప్పబడినప్పటికీ, ఈ విషయములో ధాతువులు లేక ధాతు మిశ్రమములలో విద్యుత్ప్రవాహము జరిగినప్పుడు, వీటి ద్రవ్యము (matter) లో ఎలక్ట్రాన్ల చలనము తక్కు, యితర ద్రవ్యకణముల చలనముండదు. అనగా రాగి తీగలో విద్యుత్ప్రవాహము తీగ ఒక కొననుండి మరొక కొనకు జరుగు ఎలక్ట్రోన్ ప్రవాహమేకాని, రాగి పరమాణువుల (atoms) స్థానమందు మార్పుండదు. కాని ద్రావణములలో అటులగాక ఒకస్థానము నుండి మరియొక స్థానమునకు ద్రవ్యకణములు కదలును. ద్రావణములలో ఇట్టి విద్యుద్వాహక క్రియకు విద్యుద్విశ్లేషక వహనము (Electrolytic Conduction) అని పేరు.

**విద్యుత్తు వల్ల ఉష్ణత :**

ఒక విద్యుద్వాహకములో విద్యుత్ప్రవాహము లేక ఎలక్ట్రోన్ ప్రవాహము జరిగినపుడు, చలనములో యీ ఎలక్ట్రాన్లు ద్రవ్య అణువులతోను,

తమలో తామును, ఢీకొనును. అప్పుడు వాటి చలన శక్తిలో కొంతభాగము ఉష్ణతగా మారుటయేగాక, ప్రవాహమునకు నిరోధముగా కూడా వుండును. ఈ నిరోధము (Resistance) ప్రతి ద్రవ్యమునకు వేరుగా వుండి, ప్రతివాహకమునకు ఒక్కొక్క తీరుగా వుండును. ఈ విధంగా వుత్పన్నమగు తాపక్రమము విద్యుత్ప్రవాహ పరిమాణము పై నను. వాహకపు నిరోధమును బట్టియు వుండును.

వై విషయముల వల్ల విద్యుత్తు మూడు రకముల ప్రభావములు కలుగజేయునని తెలియుచున్నది. అవి ఏవియన, రసాయనిక ప్రభావము, ఉష్ణతా ప్రభావము, అయస్కాంత ప్రభావము.

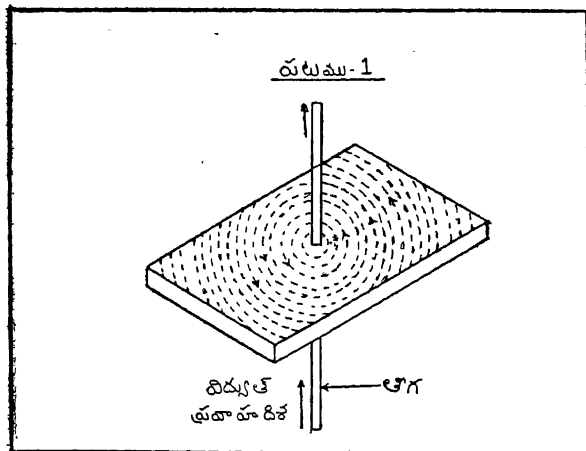
రసాయనిక ప్రభావ గుణము - విద్యుద్విశ్లేషణ (Electrolysis) మరియు విద్యుత్కరణ క్రియలలో-వుపయోగింపబడుచున్నది. విద్యుత్కరణలో విద్యుదుత్పత్తికై వోల్టా మరియు యితర ఘటములలో జరుగు ప్రక్రియకు, వ్యతిరేక ప్రక్రియ-తగిన విద్యుద్విశ్లేషకములో-అనుకూలమైన ధన ఋణ ధృవముల నుంచి బయటినుండి విద్యుత్ప్రవాహము పంపిన జరుగును. పరిశ్రమలో విద్యుత్కరణ-విద్యుత్తలామా (Electroplating) చేయుటకు, ధాతువులను శుభ్ర పరచుటకు, విద్యుత్తుద్రణము (Electrotyping) నకు, ధాతు సాధనకు, కేంద్రక ప్రతిక్రియా జనకము (Nuclear reactors)లో వాడు భారోదకము (Heavy Water)ను వుత్పత్తి చేయుటకు మున్నగు పనులకు-వుపయోగింపబడుచున్నది.

ఉష్ణతా ప్రభావ గుణము నుపయోగించి విద్యుద్దీపములు, ఉష్ణతను కలిగించు విద్యుత్సాధనములు (యిన్స్ట్రీ పెట్రెలు, విద్యుత్ ఓటికాగులు విద్యుత్ కుంపట్లు, విద్యుత్ వికరణులు మున్నగునవి), విద్యుత్కొలుములు (Electric Furnaces) మొదలగు నవి అన్ని రంగములలోనూ ఉపయోగింపబడుచున్నవి.

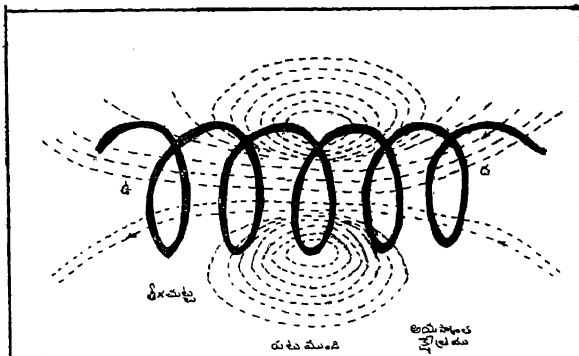
**అయస్కాంత ప్రభావము :** విద్యుద్గంటలు, విద్యుత్ రక్షణ సాధనములు మున్నగు అనేక పరికరములలో వుపయోగింప బడుచున్నది.

**విద్యుదుత్పత్తి :-** ఇట్టి అత్యుపయోగమైన విద్యుద్బల విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము ననుసరించి విద్యుజ్జనకములలో వుత్పత్తి చేయబడుచున్నది. ఇప్పుడు దీనిని గూర్చి తెలుసుకొందము.

ఒక తీగలో విద్యుత్ప్రవాహము జరిపినప్పుడు ఆ తీగచుట్టు అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడునని యింతకు ముందు తెలుపబడినది. పటము 1. లో



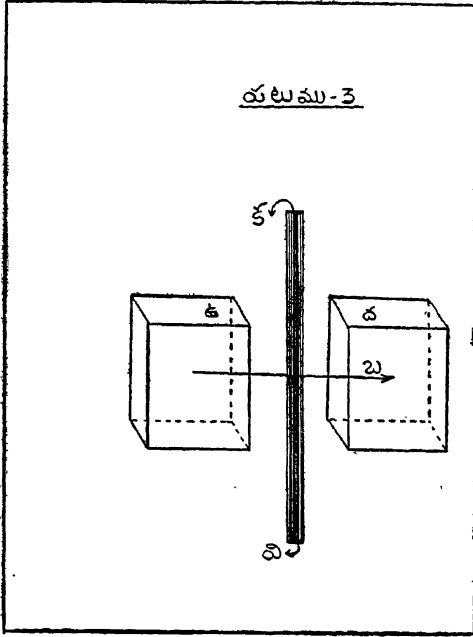
పటము 1



పటము 2

చూపినట్లు తీగలో విద్యుత్ప్రవాహము క్రిందనుండి పైకి వుండినట్లైన దాని ప్రభావమువల్ల వుత్పన్నమైన అయస్కాంత బలరేఖలు తీగచుట్టు ఎడమవైపు నుండి కుడి వైపుకుండును. దీనిని బలపరచుటకు తీగకుబదులు తీగచుట్టును వాడిన యెడల, దానితో ప్రవహించు విద్యుత్ వల్ల ఏర్పడిన అయస్కాంత క్షేత్ర రేఖలు ప్రక్క పటము 2.లో చూపినట్లు వుండును. ఇది గాలిలో వుండును. గాలి అయస్కాంత క్షేత్రమునకు మంచి యానకము (medium) కాదు; కావున తీగచుట్టును మెత్తని యినుప (soft iron) కడ్డిచుట్టూ చుట్టిన, యెడల యినుము అయస్కాంత త్వమునకు మంచి యానకము అగుటవల్ల, అయస్కాంత బలము ఎక్కువై, యినుపకడ్డి విద్యుదయస్కాంతముగ పరివర్తన చెందును.

అయస్కాంత క్షేత్రము ద్వారా దాని బలరేఖలకు లంబముగా ఒక విద్యుద్వాహకమును కదల్చిన యెడల, వాహకపు రెండుకొనలమధ్య విద్యుత్ శక్తి వ్యత్యాసము ఉద్భవించును. వాహకము రెండు కొనలను కలిపిన విద్యుత్ప్రవాహము జరుగును; అనగా విద్యుద్బలక బలము ప్రేరేపింపబడి విద్యుత్ప్రవాహము జరుగునని యర్థము. ప్రేరేపింపబడిన యీ విద్యుద్బలక బలము యొక్కదిశ, అయస్కాంత బలము యొక్క దిశ, వాహకము కదలిం దిశ, ఒకదానికొకటి లంబయుగా వుండును. ఈ దిశ కనుగొను సూత్రము ఫ్లెమింగు దక్షిణహస్త నియమము (Fleming's Right hand Rule) అనబడును. ఇది యీ క్రింది విధముగా నిర్వచింపబడినది.

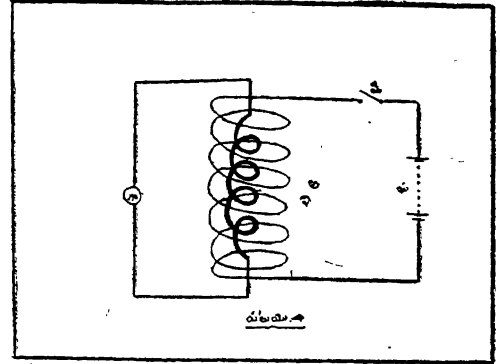


పటము 3

కుడిచేతి బొటన వ్రేలును, చూపుడు వ్రేలును మధ్య వ్రేలును ఒకదాని కొకటి లంబముగా వుండునట్లు పెట్టవలయును. అప్పుడు చూపుడు వ్రేలును అయస్కాంత బలరేఖల దిశకును, బొటన వ్రేలును వాహకము కదలిన దిశకును వుంచిన, యెడల మధ్య వ్రేలు చూపుదిశ ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలదిశను చూపును ( పటము 3 ). మూడవ పటములో దీనిని చూడనగును. అయస్కాంత క్షేత్రబలము (బి) ఉత్తర ధ్రువము (ఉ) నుండి దక్షిణ ధ్రువము (బి) నకు వుండును. వాహకము కదలిక 'క' వైపున్న వాహకములో విద్యుచ్ఛాలక బలము 'వి' అని చూపిన దిశలో వుండును.

### వైద్యుత ప్రరోచనము :

ఈ ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలమును మరొక విధముగా కూడ పొందవచ్చును. పటము 4. ను చూడుడు. తీగచుట్ట 'అ' ఒక ఘటమాల 'మ' కు, మీట 'మీ'



పటము 4

ద్వారా కలుపబడినది. రెండవచుట్ట 'ఇ' ఒక గార్లవీ మాపకము 'గా' (విద్యుత్ప్రవాహమును సూచించు పరికరము) ద్వారా కలుపబడి, రెండు చుట్టలు ఒకదాని కొకటి తగులకుండా దగ్గరగా వుంచబడినవి. మీట మూయగానే 'గా' లోనిముల్లు ఒకదిశకు కదలి, మరల మామూలు స్థలమునకు వచ్చును. అంటే ఇదిక విద్యుత్ప్రవాహము వుత్పన్నమైనదన్న మాట. మీట తెరువగానే మరల 'గా' యొక్క ముల్లు, వ్యతిరేక దిశవైపు కదలి మరల మామూలు స్థలమునకు వచ్చును. అంటే వ్యతిరేక దిశలో విద్యుత్ప్రవాహము వుత్పన్నమైనట్లు తెలియును. దీనివల్ల శూన్యస్థితినుండి అధికస్థితికి విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము వికసించినప్పుడును, అధికస్థితినుండి శూన్యస్థితికి అది పడిపోయినప్పుడును (అనగా మీటమూసి విద్యుత్ప్రవాహమును మొదలొడినప్పుడు, మీటతెరిచి ప్రవాహమును ఆంతము చేసినప్పుడును) విద్యుచ్ఛాలక బలము రెండవచుట్టలో ప్రేరేపించ బడినట్లు తెలియును. తరువాత, పెరుగు ఆయస్థాంత క్షేత్రమువల్లను, తరుగు క్షేత్రము వల్లను వ్యతిరేక దిశలలో యీ విద్యుచ్ఛాలక బలము ప్రేరేపించబడునని కూడా తెలియుచున్నది. (ఈ సిద్ధాంతము విద్యుచ్ఛాలక బలపరివర్తనలను అంటే ట్రాన్సుఫార్మర్లను రూపొందించుటలో వాడబడినది.)

నియం విదళన ద్వారా మిగిలిన శేష వస్తువులనుండి, ఈ ప్లటోయా<sup>239</sup> ను విడదీయు పద్ధతులు యింకను ప్రయోగస్థాయిలో ఉన్నందున ప్లటోనియం ప్రస్తుతము అండుబాటులో లేదు. అదే విధంగా థోరియం<sup>232</sup> ను కూడ విదళన కుపయోగించు యు<sup>235</sup> గా మార్పు పద్ధతి కూడ ప్రయోగ స్థాయిలో ఉంది. అందుచే ప్రస్తుతము విద్యుదుత్పాదన రియాక్టర్లలో సహజ యురేనియం కాని, యు<sup>235</sup> ఎక్కువ పాళ్ళలో ఉండేటట్లు శుద్ధి చేయబడిన యురేనియం కాని వాడబడుచున్నది.

**శీతలీకరణలు (Coolants) :**

విదళన ప్రక్రియలో ఉద్భవించు శక్తి చాల వరకు ఉష్ణతా రూపములో ఉండుటచే రియాక్టరుకు చాల మంచి శీతలీకరణ వ్యవస్థ ఉండవలెను. లేకపోయినచో రియాక్టరులోని యింధనము మరియితర కట్టడమునకు వాడిన వస్తువులు అపరిమిత ఉష్ణతకు గురికాబడును. ఈ శీతలీకరణ యానకము (Medium) బొగ్గు పులుసు వాయువు లేక హీలియంవలె వాయు రూపమున గాని, మామూలు నీరు లేక గురూదకమువలె ద్రవరూపమున కాని, ఉండవచ్చును. కొన్ని ద్రవరూపమున ఉన్న ధాతువులను కూడ యీపనికి ఉపయోగింపవచ్చును. విద్యుదుత్పత్తి రియాక్టర్లకు వాటిలో ఉత్పత్తియగు ఉష్ణతను సంగ్రహించుట చాల ముఖ్యమగుటచే శీతలీకరణలు చాల సామాన్యము కలిగియున్నవి. ఈ శీతలీకరణలు రియాక్టరు ద్వారా ప్రయాణము చేయునపుడు అందులోని ఉష్ణతను గ్రహించి బాగా వేడెక్కును. అతి ఉష్ణోగ్రతలో నున్న యానకము రియాక్టరు బయట ఉష్ణతా మారకము (Heat Exchanger) ద్వారా పోవును. అప్పుడు యీ ఉష్ణతా మారకమునందు వేరు గొట్టములలో ప్రవహించునీరు, యీ ఉష్ణతను గ్రహించి, అవిరిగా మారును. ఈ మార్పులో రియాక్టరు యొక్క శీతలీకరణ యానకము ఉష్ణతను కోల్పోయి చల్లబడి,

తిరిగి రియాక్టరులో నుండి పోయి ఉష్ణతను గ్రహించి మరల నీటిని వేడిచేయును. ఇది వరుస క్రమములో అవిరళముగా జరుగును. ఈ విధంగా ఉత్పత్తి అయిన అవిరిని అత్యధిక తాపకము (Super heater) ద్వారా పోనిచ్చి నిరార్థము (Dry) గావించి జలబాష్ప పరిభ్రమణుల (Steam Turbines) గుండా పంపి, సాంప్రదాయక ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములలో వలె విద్యుదుత్పాదన చేయబడును.

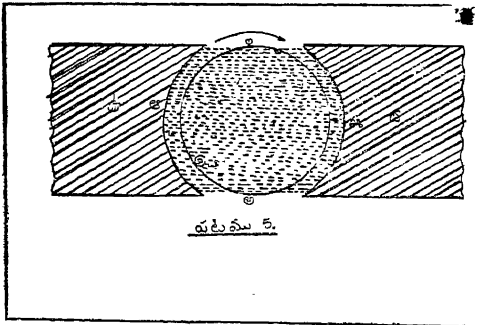
**రియాక్టరు యొక్క నిర్మాణ వివరములు :**

రియాక్టరు యొక్క రూపకల్పన మరియు నిర్మాణము చాల చిక్కులతో కూడిన పనులు. వివిధ రూప కల్పనలపై ప్రయోగములు యింకను జరుగుచునే యున్నవి సామాన్యంగా కేంద్రక యింధనము-బెరీలియం, అల్యూమినం లేక జిర్కోనియం ధాతువులతో - చేయబడి, గొట్టములు లేక ఫలకములలో ఉంచబడి, యివి గ్రాఫైట్ దిమ్మలలో అమర్చబడి, శీతలీకరణ ఏర్పాటులు చేయబడును. గురూదకము లేక మామూలు నీరు శీతలీకరణకై వాడినపుడు, అల్యూమినం గొట్టములలో ఉంచబడిన యింధనపు కడ్డీలను శీతలీకరణ ద్రవమును కలిగి యున్న గ్రాహకము (Containers) లలో ఉంచి, యీ గ్రాహకములు గ్రాఫైట్ దిమ్మలలో ఉంచబడును. ఈ గ్రాఫైట్ దిమ్మల చుట్టూ కొన్ని అడుగుల మందము గల కాంక్రీటు రక్షితా కవచము వేయబడును. శీతలీకరణ ద్రవము సంవృత వలయ వ్యవస్థ (Closed Circuit System)లో రియాక్టరు మరియు ఉష్ణత గ్రాహక మారకము (Heat Receiving Exchanger) ల మధ్య పంపు సహాయముతో తిరుగుచుండును.

కేంద్రక విద్యుత్ వ్యవస్థకు సాంప్రదాయక ఉష్ణ విద్యుత్ వ్యవస్థకు గల తారతమ్యము క్రింది విధముగా ఉండును.

### ఏకాంతర లేక ఆపరి విద్యుత్ (Alternating Current Electricity) :

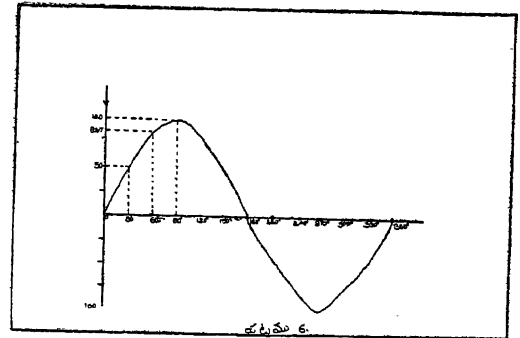
పై విషయములవల్ల ఒక విద్యుద్వాహకము, అయిన స్థాంతర బలరేఖలను ఖండించునట్లుగా కదలినప్పుడు, దాని యందు విద్యుచ్ఛాలక బలము ప్రేరేపిత బలము చున్నదనియు, దాని దిశ స్థితిమింగుదక్షిణావస్థ నియమము ప్రకారం వుండుననియు తెలియుచున్నది. ఇప్పుడు, లి. ప. పటములో చూపినట్లు 'వా' అను



పటము 5

వాహకము సవ్యదిశ (Clockwise)లో 'ఉ' 'ద' లకు మధ్య వున్న ఆయస్కాంత క్షేత్రములో తిరుగుచున్నదని అనుకొందము. పై చెప్పబడిన, నియమము ప్రకారము వాహకము ఉత్తర ధ్రువము (ఉ) వద్ద కదలునప్పుడు, ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము యీ కాగితమునకు పై నుండి క్రింది వైపునకును, దక్షిణ ధ్రువము (ద) దగ్గర కదలునప్పుడు కాగితపు క్రిందవైపు నుండి పై వైపునకును, ఉండునని తెలియును. ఇప్పుడు 'అ' అను స్థలము వద్దనుండి బయలుదేరినపుడు - 'ఆ' వద్ద వాహకపు కదలిక ఆయస్కాంత రేఖలకు సమాంతరముగా వుండుటచే - రేఖలకు ఖండన వుండనందున విద్యుచ్ఛాలక బలము ప్రేరేపిత బడదు. 'ఆ' నుండి 'ఆ' వరకు కదలునప్పుడు, క్రమ క్రమంగా

ఎక్కువ రేఖలను ఖండించుచు 'ఆ' వద్ద అత్యధిక రేఖలను ఖండించును. అందుచే విద్యుచ్ఛాలక బలము క్రమముగా ఎక్కువై 'ఆ' వద్ద అత్యధికంగా వుండును. 'ఆ' నుండి 'ఇ' కు కదలినప్పుడు రేఖా ఖండన క్రమ క్రమంగా తక్కువై, 'ఇ' వద్ద ఖండన వుండదు. అందుచే 'ఆ' నుండి 'ఇ' వరకు విద్యుచ్ఛాలక బలము తగ్గుచు, 'ఇ' వద్ద శూన్యమగును. 'ఇ' నుండి 'ఈ' వరకు యిదే మార్పిడి వ్యతిరేక దిశలో విద్యుచ్ఛాలక బలము, శూన్యము నుండి ఆధికమై - 'ఈ' నుండి 'అ' వరకు - ఆధికము నుండి శూన్యతకు వచ్చును. ఈ పూర్తి పరిభ్రమణమును 360 అంశలు (Degrees) గా భాగించి, ఒక సెకండుకు ఒక పరిభ్రమణము జరుగుచున్నదని ఎంచినపుడు, ప్రతి క్షణమందలి ప్రేరితవిద్యుచ్ఛాలక బలములు రేఖా రూపములో రచించిన దిగువ



పటము 6

పటము. 6 లో చూపిన విధంగా వుండును. అత్యధిక విద్యుచ్ఛాలక బలము 100 అనుకొనిన, వివిధ అంశాల స్థలములలో క్షణిక విద్యుచ్ఛాలక బలము యీ క్రింది విధంగా వుండును.

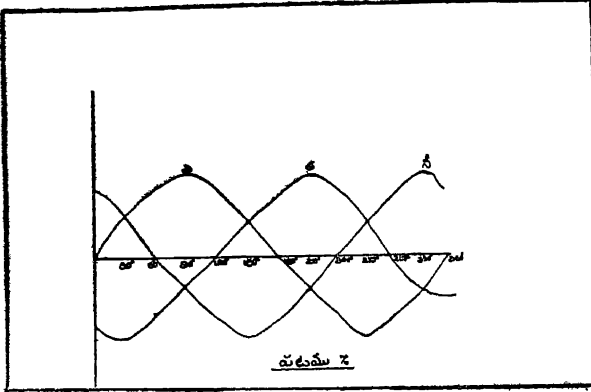
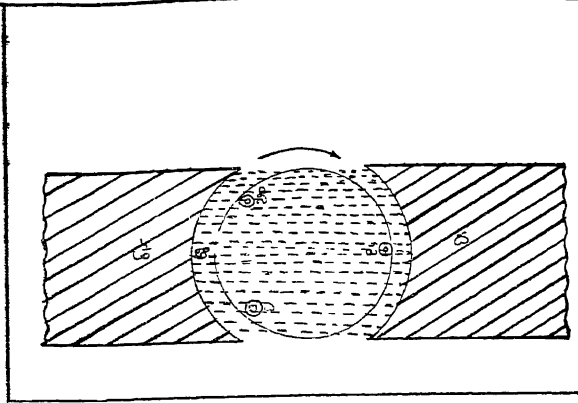
(సగ భాగమునకు చూపబడినది. మిగిలిన సగమునకు కూడ వ్యతిరేక దిశలో యిదే విధంగా వుండును.)

అంశలు	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
విద్యుచ్ఛాలక బలము	0	25.9	50	70.7	86.7	96.6	100	96.6	86.7	70.7	50	25.9	0

విద్యుద్బాలక బలము చూపు యీ రేఖ జ్యా వక్రరేఖ (Sine curve) రూపంలో వుండును

**త్రైస్థితి ఏకాంతర విద్యుత్ :**

ఒక విద్యుద్వాహకము బదులు దిగువ 7వ. పటము



పటము 7

లో చూపినట్లు 'ఎ' 'ప' 'సీ' అను మూడు వాహకములు ఒకదాని కొకటి  $120^\circ$  వ్యత్యాసములో వుండునట్లు అమర్చబడి భ్రమింపబడినపుడు ప్రతి వాహకములోనూ విద్యుద్బాలకబలము ప్రేరితమై ఒక్కొక్క తీగలో ప్రేరితమగు ఆత్మధిక బలము మరియు శూన్యబలము వుండు క్షణములు కూడ  $120^\circ$  వ్యత్యాసములో వుండి, మూడు తీగలయొక్క రేఖలు పటములో చూపిన మాదిరి వుండును. త్రిప్పి నప్పుడు అధిక బలము ప్రేరితమగు 'ఆ' స్థలము

నకు ముందు 'ఎ' వచ్చును. తరువాత 'ప' వచ్చును. దాని తరువాత 'సీ' వచ్చును. వీటికి ఎడమ  $120^\circ$  ఉండును. మూడింటి యందలి విద్యుద్బాలక బలము ఒకే విధమగు రేఖా రూపములో ఉండును. దీనినే త్రైస్థితి అనగా మూడు వాహక స్థానములు (Three Phases) గల పద్ధతి అని, ఏకాంతర విద్యుత్ వ్యవస్థలో అందురు. ఈ మూడు స్థితివాహకములు లేక తంత్రులను గుర్తు పట్టుటకై వీటికి ఎరువు 'ఎ', పసుపు 'ప', నీలము 'సీ' రంగులను వాడుట సాంప్రదాయకముగా వున్నది. ఈ మూడు స్థితి వరుసక్రమము (Phase Sequence) ఎ, ప, సీ (RYB) అని విద్యుత్ వ్యవస్థలో వాడబడుచున్నది. ఈ పై చెప్పబడిన సిద్ధాంతమే ఏకాంతర విద్యుదుత్పత్తికి మూలము. ఇందు తెలియునదేమిటే:  $880^\circ$  కు జరుగు ప్రతి భ్రమణములోనూ ప్రతి స్థితి తీగయందును, విద్యుద్బాలక బలము (దానిద్వారా జరుగు ప్రవాహము) శూన్యము నుండి ఆత్మధిక మునకు పెరిగి, తిరిగి శూన్యమునకు తగ్గి, దిశమారి, వ్యతిరేక దిశయందు మరల శూన్యము నుండి ఆత్మధికమునకు పెరిగి, మరల శూన్యతకు తగ్గి, దిశమరల మారి, మొదటి స్థితికి వచ్చును. అనగా ఒక వలయము (Cycle) పూర్తి చేసిన ఒకసారి దిశమారునని తెలియును.

**ధృవముల సంఖ్యకు, వేగమునకు సంబంధము :**

రెండు ఆయస్కాంత ధృవముల మధ్య-సెకెండుకు ఒకసారి-వాహకము భ్రమించినపుడు దానియందు వుత్పన్నమగు ఏకాంతర విద్యుత్, ఒక వలయము చేయునని పై విషయములను బట్టి తెలియుచున్నది. అనగా రెండు భిన్న ధృవముల మధ్య ఒక వలయము ఏర్పడును. ఒక క్రమజ మార్గములో రెండునకు బదులుగా రెండుజతల భిన్న ధృవములు (అనగా నాలుగు ధృవములు), ఉన్న యెడల ప్రతిజతధృవములకు ఒకవలయముచొప్పున, రెండువలయములు చేయును. మనము ఉపయోగించు విద్యుచ్ఛక్తి సెకెండుకు 50 వలయముల (50 Cycles-



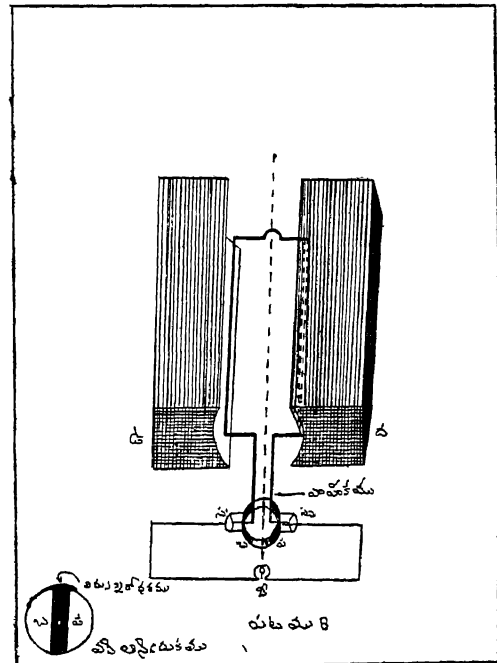
les per Second) శ్రేణికి చెంది యున్నది. అందుచే యీ శ్రేణి పౌనః పున్యము (Frequency) గల విద్యుత్, రెండు భిన్న అయస్కాంత ధృవముల (అనగా ఒక జత) మధ్య ఉత్పత్తి చేయబడవలెనన్న, విద్యుద్వాహకములు నెకెండుకు 50 భ్రమణములు అనగా నిమిషమునకు 3000 భ్రమణములు చేయవలయును. అంటే విద్యుజ్జనకము వేగము నిమిషమునకు 3000 ల భ్రమణములుండవలయును. వేగము తగ్గింప వలెనన్న, అదే పౌనః పున్యమునకు, ధృవముల సంఖ్య ఎక్కువ చేయవలయును. 50 వలయముల పౌనః పున్యమునకు వివిధ ధృవముల సంఖ్య ననుసరించి విద్యుజ్జనకము వేగము యీ క్రింది విధముగా ఉండును.

ధృవముల సంఖ్య	2	4	6	8	10	12	16	20	30	40
వేగము-(నిమిషమునకు భ్రమణములు)	3,000	1,500	1,000	750	600	500	375	300	200	150

ఉష్ణ విద్యుత్కేంద్రములలో వాడు విద్యుజ్జనకములు సామాన్యంగా 3000 వేగము కలవిగా ఉండును. జల విద్యుత్కేంద్రములలో వేగము చాల తక్కువగా ఉండవలయును. కాబట్టి 300కు లోపున ఉండును. అందుచే ఉష్ణ కేంద్ర విద్యుజ్జనకములు, రెండు ధృవములు గలిగి వుంటే, జల కేంద్రములలో బహుళ ధృవ (Multipoles) జనకములు వాడబడును. దీనివలన, ఒకే విద్యుత్ సామర్థ్యమునకు, జలకేంద్రంలోని జనకము యొక్క భౌతిక పరిమాణము (Physical Size) ఉష్ణ కేంద్ర జనకము కన్న పెద్దది ఉండును. ఋజు విద్యుత్ (Direct Current Electricity) :

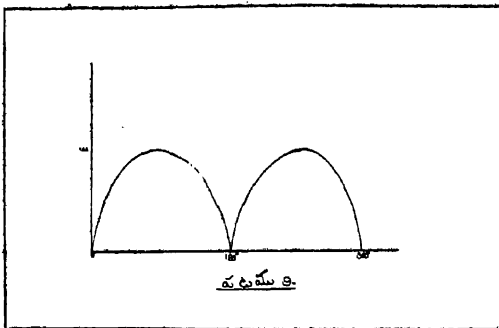
ఇప్పుడు ఋజు విద్యుత్ (Direct Current) ను గురించి తెలుసుకొందము. 5 వ. పటములో

చూపిన వాహకములో ఉత్తర ధృవ(ఉ)క్షేత్రములో కదలునప్పుడు ఒక దిశలోను, దక్షిణ ధృవక్షేత్రములో కదలునప్పుడు వ్యతిరేక దిశలోను విద్యుత్తు ఉత్పన్నమగునని చెప్పబడినది. 8 వ. పటములో చూపబడినట్లు, ఈ వాహకము చివరలు అరవంపు రాగి కవచములకు (ప. బి) అతుకబడి, యీ కవచములు విద్యుత్ నిరోధకమగు గుండ్రని కట్టుపై నెక్కించబడి, ఆ కట్టు విద్యుజ్జనకపు యిరుసుపై బిగింపబడును. కట్టుతో కవచములు కలిసిన భాగము వ్యత్యయకము (Commutator) అనబడును. (ఇది పటములో విడిగా చూపబడినది.)



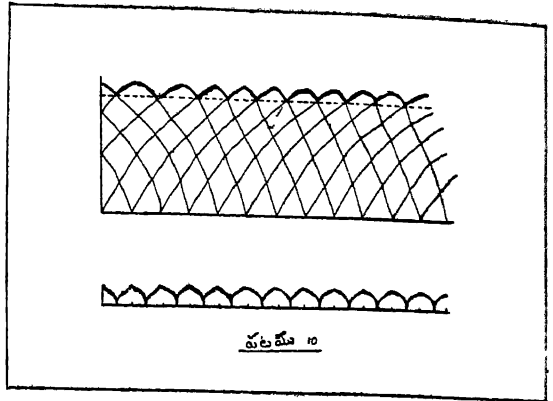
పటము 8

వాహకముతో పాటు యిదియు తిరుగును.  $s_1$   $s_2$  అనునవి కర్పన సమ్మార్జనములు (Carbon Brushes). ప్రతి పరిభ్రమణమునకును, వంపు వాహకములో రెండు విద్యుత్ప్రవాహములు ఏర్పడును. కాని ఎల్లప్పుడు వాహకముతో పాటు దాని చివరలనున్న కపచముల స్థానములు కూడ మారుచున్నందున, ఉత్తర ధ్రువ స్థానమందున్న వాహకభాగము ఎప్పుడు  $s_1$  సమ్మార్జన తోనూ, దక్షిణ ధ్రువ భాగములో ఉన్న వాహకభాగము  $s_2$  సమ్మార్జన తోనూ, సంపర్కము కలిగియుండి, సమ్మార్జనములను కలుపు బయటి విద్యుద్వలయములో విద్యుత్ ఎప్పుడూ ఒకే దిశలో ప్రవహించును. అప్పుడు దీపంలోని విద్యుత్, రేఖా రూపంలో 9. వ పటము నందు చూపిన మాదిరి ఉండును.



పటము 9

ఒక వాహకము బదులు పలు వాహకములుండి, వ్యత్యయకములో కూడ అన్ని భాగములేర్పాటు చేసినప్పుడు, వాటిలో జనితమగు విద్యుత్ప్రవాహ దిశ-విద్యుత్ వలయ బయటి భాగంలో-పై చెప్పబడినట్లు మార్పు చెంది విద్యుద్దీపములో ప్రవహించు విద్యుత్ యొక్క రేఖలు 10. వ పటములో చూపినట్లు ఉండి అందలి, విద్యుత్ప్రవాహము నిరంతరాయ



పటము 10

(Continuous) మగును. రేఖా సమాహవ పై భాగము మాత్రము తీసుకుంటే పటము క్రిందను చూపిన పదవ పటము విధముగా ఉండును. ఇదియే ఋజు విద్యుత్తు.

### నిరోధము (Resistance) :

ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమే విద్యుత్ప్రవాహము కనుక, చలనములో ఎలక్ట్రాన్లు ద్రవ్య అణువులతోనూ, తమలో తామును ఢీకొనుటవల్ల ఉష్ణము జనించుట యేగాక, యిది ప్రవాహమునకు కూడ నిరోధముగా వుండునని యితకు ముందు తెలుపబడినది. గొట్టములో నీరు ప్రవహించునపుడు, నీటి ప్రవాహము నకు-గొట్టముయొక్క లావు సన్నముల బట్టియు, గొట్టములోని గరుకు తనము బట్టియు-నిరోధముండునని తెలిసిన విషయమే. అటులే విద్యుత్ప్రవాహము కూడా. విద్యుద్వాహకము చేయబడ్డ లోహమును బట్టియు (వివిధ లోహములకు వివిధ అణురచనలుండును) వాహక పరిమాణము (అనగా మందము) ను బట్టియు నిరోధకము ఉండును. వాహకము యొక్క రెండు చివరలనున్న శక్తి (Potential) వ్యత్యాసమే ప్రవాహమునకు కారణము. అందుచే శక్తి ఎక్కువైన కొరిది ప్రవాహము ఎక్కువగును. వాహకము సన్నబడ్డ కొరిది

ప్రవాహము తగ్గును. అనగా నిరోధము హెచ్చునన్నమాట. ఈ విషయములను - శక్తుకు, నిరోధమునకు, ప్రవాహమునకు ఉన్న సంబంధమును - జార్జి నైమన్ ఓమ్ అను భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు క్రింది సమీకరణ రూపమున నిర్వచించెను.

$$\text{ప్రవాహము (ప్ర)} = \frac{\text{శక్తి వ్యత్యాసము (శ)}}{\text{వాహక నిరోధము (ని)}}$$

$$\text{లేక నిరోధము(ని)} = \frac{\text{శక్తి వ్యత్యాసము (శ)}}{\text{ప్రవాహము (ప్ర)}}$$

శక్తుకు వోల్టే; ప్రవాహమునకు ఆంపియర్; నిరోధమునకు ఓమ్ (అయా విజ్ఞానం జ్ఞాపకార్థము వారి పేర్లు పెట్టబడి) ఏకాంకిక (Unit)లుగ వాడుకలోకి వచ్చినవి). అందుచే

$$\text{ఆంపియర్} = \frac{\text{వోల్టే}}{\text{ఓమ్}}, \quad \text{ఓమ్} = \frac{\text{వోల్టే}}{\text{ఆంపియర్}}$$

$$\text{వోల్టే} = \text{ఆంపియర్} \times \text{ఓమ్}.$$

ఓనినే ఓమ్ నియమము (Ohm's Law) అని అందురు.

**ప్రరోచిత ప్రతిరోధము (Inductive reactance):**

ఒక తీగచుట్టలో నుండి ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవహించు చున్నప్పుడు ఆ విద్యుత్తువల్ల చుట్టలోని తీగ వలయములను పెనవేసినట్లు అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడును ( పటము 2 ). ఏకాంతర విద్యుత్ప్రవాహములోని మార్పుననుసరించి ఈ అయస్కాంత క్షేత్ర రేఖలు కూడా మారి, అనగా శూన్యత నుండి అధికమునకు, అచటినుండి మరల శూన్యతకు, అచట దిశమారి రెండవ దిశలో అధికమునకు, మరల శూన్యతకు మారుచు-తీగచుట్టలోని వలయములను ఖండించుట వల్ల తీగచుట్టలో విద్యుచ్ఛాలక బలము ప్రేరేపింపబడి, అది తీగలోని ప్రవాహమునకు కారణమైన విద్యుచ్ఛాలక బలమునకు, వ్యతిరేకముగా ఉండును. దీనిని ప్రరో

చిత వ్యతిరేక విద్యుచ్ఛాలక బలము (Induced back electromotive force) అనెదరు. ఈ ప్రక్రియలో అయస్కాంత క్షేత్ర బలమును, తీగచుట్ట వలయముల సంఖ్యచే గుణించిన వచ్చు మొత్తమును, అయస్కాంత గొలుసు కట్టులు (Magnetic Linkages) అని అందురు. ఒక ఆంపియర్ విద్యుత్ప్రవాహమునకు కలిగే గొలుసు కట్టుల (Linkages)ను తీగచుట్ట యొక్క ప్రరోచిత సామర్థ్యము (inductance) అని అందురు. దీనిని తెలుపుటకు వాడు ప్రాయోగిక ఏకాంకిక (Practical unit) హెన్రీ (జోసెఫ్ హెన్రీ విజ్ఞాని జ్ఞాపకార్థము). ఇది ఆంపియర్ కు  $10^9$  గొలుసు కట్టులను నెలకొల్పు గలుగు సామర్థ్యమును తెలుపును. పైన చెప్పబడినట్లు యీ ప్రరోచిత సామర్థ్యము వల్ల ఉత్పన్నమగు వ్యతిరేక విద్యుచ్ఛాలక బలమువల్ల, తీగచుట్టలో ప్రవహించు విద్యుత్తుకు ప్రతిరోధము కలుగును. దీనిని ప్రరోచిత ప్రతిరోధము (Inductive reactance) అనెదరు. తీగచుట్టలో ప్రవహించు ఏకాంతర విద్యుత్తు యొక్క పౌనః పున్యము (Frequency) 'పౌ', తీగచుట్ట ప్రరోచిత సామర్థ్యము 'ప్ర' హెన్రీలు, విద్యుచ్ఛాలక బలము 'చి' వోల్టేలు, విద్యుత్ప్రవాహము 'ప్ర' ఆంపియర్లు అయిన యెడల, ప్రరోచిత ప్రతిరోధము  $"2\pi \times \text{పౌ} \times \text{ప్ర}"$  అయి (ఇక్కడ  $\pi$  అంటే  $\frac{22}{7}$  లేక 3.1416)

$$\text{ప్ర} = \frac{\text{చి}}{2\pi \cdot \text{పౌ} \cdot \text{ప్ర}} \quad \text{అగును.}$$

ప్రరోచిత ప్రతిరోధము (అనగా  $2\pi \cdot \text{పౌ} \cdot \text{ప్ర}$  యొక్క లబ్ధము) కూడ 'ఓమ్' యూనిట్లలోనే, వాహక ద్రవ్య నిరోధము (Material resistance) మాదిరిగానే, వ్యవహరింపబడును. ఈ ప్రరోచిత ప్రతిరోధము ఏకాంతర విద్యుత్ వ్యవస్థలోనే ఎదురగును. ఋజు ప్రవాహము (D-C)లో ప్రేరిత

అయస్కాంత క్షేత్రము మారదు. కనుక యిట్టి ప్రతిరోధముండదు.

వాహకము యొక్క ద్రవ్య నిరోధము (resistance) మరియు ప్రరోచిత ప్రతిరోధము (Inductive reactance) రెండును కూడ విద్యుత్ప్రవాహమునకు అడ్డంకులై వీటిని అధిగమించుటకు వాహకమునకు యివ్వబడిన విద్యుత్ శక్తిలో కొంత భాగము ఉపయోగింపబడి, వాహకమునకు అరంభములోను, అంత్యములోను, ఉన్న శక్తిల వ్యత్యాసముగా కనబడును. దీనిని వాహకములో నిరోధము వల్ల కలుగు తరుగుదల (Impedence drop) అని అందురు.

**సంఘనక అవరోధము :**

తమ మధ్యనుండి గుండు పార విద్యుత్ కపు (dielectric) వస్తువుచే రెండు ధాతు ఫలకములు, వేరు చేయబడినట్టి ఏర్పాటుకు సంఘనకము (Condenser) అందురు. సంఘనకములు ఋజు విద్యుత్ప్రవాహమును పోనివ్వవు. కాని ఏకాంతర విద్యుత్ప్రవాహములకు అవరోధ మేర్పరచి పోనిచ్చును. సంఘనకము యొక్క రెండు ఫలకములను విద్యుత్ శక్తికు గురి చేసినప్పుడు ఫలకములు విద్యుదావేశము (Charge) కలవై ఫలకముల మధ్య శక్తి వ్యత్యాస మేర్పడి, సంఘనకము విద్యుత్తును నిలువచేయును. ఇప్పుడు సంఘనకమును బయటి విద్యుత్ శక్తి నుండి వేరు చేసి, దాని రెండు ఫలకములను వాహకముచే కలిపిన, శక్తివ్యత్యాసమువల్ల విద్యుత్ప్రవాహము జరిగి, రెండు ఫలకములును ఒకే శక్తికు వచ్చి, శక్తివ్యత్యాసము మాయమగును. దీనిని సంఘనక ఉత్సర్గము (Condenser discharge) అనెదరు. ఏకాంతర విద్యుత్ వలయములో సంఘనకమును వుంచిన, సంఘనక ఫలకములు, ఏకాంతర ప్రవాహ (మరియు శక్తి) దిశను బట్టి, ఒక షణ్ణములో ఒక ఫలకము రెండవ దాని

కన్న ఎక్కువ శక్తితో ఉండి ఆవేశము పొందగా, ప్రవాహదిశ మారగానే, మొదటి శక్తి వ్యత్యాసము మాయమై రెండవఫలకము అధికశక్తి కల రై ఫలకములమధ్య శక్తి వ్యత్యాసము వ్యతిరేక దిశగా ఉండును. ఏ షణ్ణములోనైనను ఫలకముల మధ్య శక్తివ్యత్యాసము మాయమగుటకు ఉత్సర్గము (Discharge) కలుగవలెను కదా. అంటే ఏకాంతర వ్యవస్థలో, ప్రవాహదిశ మారగానే ఆ దిశలోనే ఉత్సర్గము జరిగి, అదే షణ్ణములో తిరుగు దిశలో సంఘనకము ఆవేశము పొందును. అనగా విద్యుత్ శక్తి వ్యత్యాసమునకు గురియగుచున్న సంఘనకము, ఏకాంతర విద్యుత్ శక్తి దిశవైపే, తన ఆవేశ శక్తిను కోల్పోవుచు, తిరుగు వైపు శక్తి పొందుచు, మరుషణ్ణములో తిరుగు దిశలో బయటి శక్తి కనుగుణంగా తన ఆవేశ శక్తిను కోల్పోవుచు ఉండును. అనగా సంఘనకమునకు యివ్వబడిన శక్తికు, సంఘనకపు ఆవేశ శక్తి తోడై, సంఘనకమును కలుపు వాహకపు చివరల శక్తి అధికము అగును. అందుకే విద్యుత్ పంపిణీ వ్యవస్థలో వినియోగ తంత్రుల చివర భాగములో వోల్టేజీ తక్కువగా వున్న తగు సంఘనకముల (Condensers) ను వాడి, వోల్టేజీ అధికమగునట్లు చేతురు. సంఘనకపు ఆవేశ సామర్థ్యము (Capacitance) “ఫారాడ్” ఏకాంకములలో తెలుపబడును. ఏకాంతర వ్యవస్థలో సంఘనకము వల్ల కలుగు అవరోధము ‘ఓమ్’ ఏకాంకములలో తెలుపబడును. విద్యుత్ శక్తికు, విద్యుత్ ప్రవాహమునకు, సంఘనకపు అవరోధమునకు గల సంబంధము క్రింది విధంగా ఉండును.

$$\text{శక్తి 'శ'} = \text{ప్రవాహము 'ప్ర'} \times \frac{1}{2\pi \cdot \text{పొ} \times \text{ఫా}}$$

‘పొ’ పొనఃపున్యమును, ‘ఫా’ ఫారాడ్ లలో సంఘనకపు సామర్థ్యమును, సూచించును.  $(2\pi \cdot \text{పొ} \times \text{ఫా})$  సంఘనకపు అవరోధమును ‘ఓమ్’ లలో సూచింతురు.

ఏకాంతర వ్యవస్థలో, ప్రేరిత నిరోధము యొక్క ఫలితమును, సంఘనక ఆవరోధము యొక్క ఫలితమును, ఒక దాని కొకటి వ్యతిరేకముగా ఉండును. ఒక విద్యుత్ వలయములో ఎదుర్కొనబడు నిరోధక (Resistance) ప్రరోచిత ప్రతిరోధక (Inductive reactance) మరియు సంఘనక ఆవరోధకము (Capacitance reactance) సంయుక్త ఫలితమును వలయ ఆటంకత (Circuit Impedence) అందురు. ఇది 'ఓమ్' లో తెలుపబడును.

### విద్యుజ్జనకము (Electrical generator):

విద్యుజ్జనకములో అవసరమగునవి : విద్యుదయ స్కాంత షేత్రము, విద్యుత్ప్రవాహమును కలిగించుటకు వంపుతీగె వాహకములు, మరియు యీ వాహకములకు భ్రమణము కలిగించుటకు ఏర్పాటు. విద్యుజ్జనకము వేరొక ప్రాథమిక పరిభ్రమణి (Prime mover) చే త్రిప్పబడును. జనకములో స్థూలముగా రెండు ముఖ్యవిభాగములున్నవి - నిశ్చలని (Stator), మరియు చలని లేక భ్రమణి (rotor). చిన్న పరిమాణపు ఏకాంతర విద్యుజ్జనకములలో విద్యుత్ షేత్రమును కల్పించు షేత్ర వేష్టనములు (field coils) నిశ్చలనిలోను, విద్యుద్వాహక వంపుతీగెలు భ్రమణిలోను, బిగింపబడి ఉండును. విద్యుద్వాహకపు తీగల ఏర్పాటును ఆర్మేచరు లేక సంవాహక (armature) అందురు. వివిధ వాహకపు తీగల రెండు వైపుల కొనలు రెండును ఉంగరపు పొన్నల (sliprings) కు అమర్చబడి, యీ పొన్నలు భ్రమణి యిరుసు (shaft or axle) పై బిగింపబడి, బయటి విద్యుత్ వలయముతో కర్చన సమ్మార్జనల ద్వారా కలుపబడును. ఈ కర్చన సమ్మార్జనలు నిశ్చలముగా ఉండి, ఉంగరపు పొన్నలకు రాసుకొనునట్లు అమర్చబడి యుండును. వంపు తీగెలలో జనితమైన విద్యుత్, తిరుగుచున్న పొన్నలకు ప్రవహించి వాటితో

ఘర్షణపు కలయిక (friction contact) కలిగిన సమ్మార్జనల ద్వారా బయటి వలయము (circuit) నకు పోవును. విద్యుత్కేంద్రములలో వాడు పెద్ద పెద్ద జనకములలో సంవాహక (armature) స్థిరముగా ఉండి, షేత్రమండలము, తిరుగునదిగా ఉండును. ఆవర్తిత్రము లేక ఏకాంతర విద్యుజ్జనకము (alternator) లో షేత్రవేష్టనములకు ఋజు విద్యుత్ప్రవాహము (D.C) ను ఆయస్కాంత షేత్ర స్థాపనకై యివ్వవలసి యున్నది. అందుచే అదే యిరుసుపై ఒక ఋజు విద్యుజ్జనకము కూడ ఏర్పాటు చేయబడి, దాని భ్రమణము వల్ల ఉత్పన్నమైన ఋజు విద్యుత్తును, భ్రమణి యందు అమర్చబడిన షేత్ర వేష్టనములకు కర్చన సమ్మార్జనలు మరియు ఉంగరపు పొన్నల ద్వారా అందచేయుదురు. బడును. సంవాహక యొక్క వాహకపు తీగెలన్నియు, నిశ్చలని (Stator) లో తగు విధముగా ఏర్పాటుచేయబడి మొత్తము అంతయు ఒక చట్రము (frame) లో అమర్చబడి యుండును. వాహకపు తీగెల చివరలు మూడు స్థితిభాగములకు (three phases) విడివిడిగా బయటికి తేలి, బయటి వలయములో కలయిక చేయుటకు ఏర్పాటులు చేయబడును.

ఋజు విద్యుజ్జనకములో భ్రమణి యందు సంవాహకలోని వంపు తీగెల కొనలు, వుంగరపు పొన్నలకు బదులు, వ్యత్యయకము (Commutator) నకు కలుపబడును. అది కాక, షేత్రవేష్టనములకు కావలయు ఋజువిద్యుత్ ను యీ జనకము నుండియే తీసుకొనవచ్చును: వేరొకటి అవసరము లేదు.

### విద్యుత్ భ్రమణి (Electric Motor) :

సూక్ష్మముగా చెప్పాలంటే, విద్యుజ్జనకమును వేరే యంత్రముచే త్రిప్పి విద్యుత్ పొందుటకు బదులు, బయట నుండి విద్యుత్ ను సంవాహకకి అందజేస్తే,

దానిలోని భ్రమణి వ్యతిరేక దిశలో (అనగా విద్యుదుత్పత్తి భ్రమణ దిశకు వ్యతిరేకముగా) తిరిగి మరియొక యంత్రమును త్రిప్పటకుపయోగించును. ఏకాంతర విద్యుత్ భ్రమణిలో, షేత్ర మండల మునకు ఋజు విద్యుత్‌ను యివ్వనవసరములేదు. త్రైస్థితి పద్ధతి ( Three phase System )లో మూడు స్థితుల విద్యుత్‌కు ఉన్న అంశల వ్యత్యాసము (Difference in degrees or Phase difference)వల్ల సంవాహకీతో ప్రవహించువిద్యుత్ ద్వారా ఏర్పడిన ఆయస్కాంత షేత్రము మూడు స్థితి భాగములలోను, ఒక దాని తరువాత ఒకటిగా ఏర్పడి, భ్రమించుచున్న ఆయస్కాంత షేత్ర (Rotating Magnetic Field) ప్రభావము కలుగును. ఉత్పవములలో వలయాకారములో తిరుగుచున్నట్లు ఏర్పాటు చేయబడిన విద్యుద్దీపముల ఏర్పాటును చాలమంది చూచివుందురు. ఇందులో విద్యుద్దీపములు కదలక పోయినను, దీపములు ఒక దాని తరువాత ఒకటి వెలుగుచూ ఆరుచూ వుండుట వల్ల వెలుతురు ప్రయాణము చేయుచున్నట్లు వలయాకారములో తెలియును. ఇదే విధముగా భ్రమించు ఆయస్కాంత షేత్ర ప్రభావము కలుగుట వల్ల, భ్రమణిలో సంవృత వలయము (Closed Circuit)గా ఏర్పాటు చేయబడిన వాహకములలో వైద్యుత ప్రరోచనము కలిగి దానివలన ఉద్భవించిన ఆయస్కాంత షేత్రము, భ్రమించు షేత్రముచే, ఆకర్షింప బడును. అందుచే భ్రమణి తిరుగును.

### విద్యుత్మాపకములు :

విద్యుత్ప్రవాహమును కొలుచు ఆమ్మీటరు, విద్యుచ్ఛారక బలము కొలుచు వోల్టమీటరు, సామర్థ్యమును (Power) కొలుచు వాట్-మీటరు, విద్యుచ్ఛక్తిని (Energy) కొలుచు వాట్-ఆవర్-మీటరు లేక ఎనర్జీ మీటరు అంటే శక్తి మాపకము మరియు

యితర విద్యుత్మాపకములు అన్నియు పై సిద్ధాంత ముల ఆధారంగా తయారు చేయబడినవి. అనగా విద్యుదయస్కాంత, మరియు విద్యుదయస్కాంత చలన సిద్ధాంతములనుబట్టి యీ మాపకములన్నియు తయారు చేయబడి అమలులో ఉన్నవి.

### విద్యుత్ వ్యవస్థలో వాడబడు ఏకాంకములు (Units) :

(i) విద్యుచ్ఛారక బలములేక వోల్టేజీ (Voltage): దీనికి ఏకాంకము వోల్టు; 1000 వోల్టులు ఒక కిలోవోల్టు (K. V.)

(ii) విద్యుత్ప్రవాహము (Current) : దీని ఏకాంకము ఆంపియర్, ఇది ప్రవాహ సామర్థ్యమును సూచించును.

(iii) విద్యుత్ సామర్థ్యము (Power) : దీని ఏకాంకము వాట్, విద్యుత్ వల్ల సాధ్యమగు పని సామర్థ్యమును యిది తెలుపును.

ఒక వోల్టు  $\times$  ఒక ఆంపియర్ = ఒక వాట్టు

1000 వాట్టులు ఒకకిలో వాట్టు; 1000 కిలో వాట్టు ఒక మెగావాట్టు.

(iv) శక్తి (Energy): సామర్థ్యమును కాలముతో సరిచేసి మొత్తము జరిగిన పనిని తెలుపు ఏకాంకము కిలోవాట్-గంట. ఒక కిలోవాట్ సామర్థ్యమును ఒక గంట ఉపయోగించిన ఒక కిలోవాట్-గంట విద్యుచ్ఛక్తి ఉపయోగింపబడును. దీనినే ఒక యూనిట్ అందురు. ఒక కిలోవాట్-గంట లేక ఒక యూనిట్ విద్యుచ్ఛక్తి

(1) 10 టన్నుల బరువు 117½ అడుగుల ఎత్తుకు ఎత్తుటకు,

(2) 44 గంటలలో ఒకమనిషి నిత్య వ్యవహార ములకై వాడుకొనుటకు.

(3)  $11\frac{1}{2}$  టన్నుల బరువు గల వాహనము గంటకు  $56\frac{1}{4}$  మైళ్ల చొప్పున పోవుటకు

(4) ఒక ఆశ్వ శక్తిగల విద్యుత్ ప్రమణి (Motor) సుమారు ఒక గంట తిరుగుటకు.

(5) 40 వాట్ల సామర్థ్యము గల 25 విద్యుత్ దీపములు ఒక గంట వెలుగుటకు.

(6) 17 ప్రెస్ట్ల నీటిని  $10^{\circ}$  సెంటిగ్రేడ్ నుండి  $100^{\circ}$  సెంటిగ్రేడ్ కు వేడిచేయుటకు. కావలసిన శక్తికి సమానము.

శ్రీ. అం. రా. న. రావు.

## 268. విద్యుత్ సరఫరా వ్యవస్థ (Electricity Transmission System)

(i) ప్రస్తావము :

విద్యుద్దత్తాదక కేంద్రములలో ఉత్పత్తి చేయబడిన ఏకాంతర (A. C.) విద్యుత్ ను వినియోగ స్థలమునకు సరఫరా చేసిన కాని వినియోగదారులు విద్యుచ్ఛక్తిని ఉపయోగింపలేరు. ఇదివరకు కాలంలో ప్రతి వినియోగ ప్రదేశము నందును ఒక చిన్న విద్యుత్ కేంద్రమును ఏర్పాటు చేసి, చుట్టు ప్రక్కల స్థలములకు విద్యుత్ పంపిణీ జరుగుతుండెడిది. కాని ప్రస్తుత కాలంలో విద్యుచ్ఛక్తి వాడకము చాల పౌచ్చగా వృద్ధిచెందుట వల్లను, పెద్ద పెద్ద విద్యుదుత్పత్తి కేంద్రములు జలవనరులు లేక నేలబొగ్గు గనులు ఉన్న స్థలములవద్ద ఏర్పాటు చేయవలసిన కలుగుటచేతను, విద్యుత్ సరఫరా వ్యవస్థ (Transmission System) అమలులోనికి వచ్చినది.

వ్యాపార రంగమున కర్మాగారములలో తయారైన వస్తువులను గాని, వ్యవసాయరంగమున పండించిన పంటను గాని కేంద్ర గిడ్డంగుల (Central Godowns) కు తరలించి, అచటనుండి ఆయా ప్రదేశ వ్యాపార కర్తల (Regional Distributors) కు, చిల్లర వ్యాపారుల (Retail Dealers) కు

పంపటకై సరఫరా చేసినట్లే, ఈ విద్యుత్ సరఫరా వ్యవస్థ క్రింద, విద్యుద్దత్తాదక కేంద్రములలో ఉత్పత్తి చేయబడు విద్యుత్, తగిన స్థలములలో ఏర్పాటు చేయబడిన సంగ్రహక కేంద్రముల (Receiving Stations) కు తీసికొనిపోబడి అచట నుండి ఉపకేంద్రముల (Sub Stations) కు తరలించబడును. ఈ తరలింపు విద్యుత్ సరఫరా తంత్రీమార్గముల (Transmission Lines) గుండా జరుగును. ఏ వస్తువునైనా ఒక స్థలము నుండి యింకొక స్థలమునకు కదుపుటకు బలము కావలయును. ఆ బలప్రయోగము వలన ఆ వస్తువు కదలును. మనీషి బలమునుబట్టి వినిరిన రాయి పోయెడు దూరం ఎట్లు ఎక్కువ తక్కువలుగ పోవునో, వొత్తిడి శక్తి ఎక్కువైన కొలదీ నీరు గొట్టము గుండా ఎక్కువ దూరము ఎటుల ప్రవహించునో, అటులే విద్యుచ్ఛక్తి విషయంలో కూడ సరఫరా చేయబడు దూరమునుబట్టి, సరఫరా యొక్క విద్యుచ్ఛాలక బలము (Voltage) నిర్ణయించబడును. విద్యుదుత్పత్తి వోల్టేజీ 11,000 వోల్టులు అనగా 11 కి.వో. (అంటే కిలో వోల్టులు అన్నమాట. కిలో అనగా వెయ్యి) అయినందువల్ల విద్యుత్ సరఫరాకై యీ వోల్టేజీని 11 కి.వో. కి గాని, 132 కి.వో. కి

గాని లేక 220 కి. వో. గాని సరఫరా మార్గపు దూరమునుబట్టి హెచ్చింప వలసిన అవసరమున్నది. (వోల్టేజీలో యిట్టి మార్పులు ఏకాంతర విద్యుత్ వ్యవస్థలోనే సాధ్యమగును.) ఈ సరఫరా వోల్టేజీలను అదనపు హెచ్చు వోల్టేజీ (Extra High Voltage) లని అందురు. ఇట్టి అదనపు హెచ్చు వోల్టేజీ సరఫరా తండ్రి మార్గములు (E.H.V. Transmission Lines) రాష్ట్రములోని అన్ని ఉత్పత్తి, కేంద్రములను, సంగ్రహక (Receiving) కేంద్రములను కలిపి ముఖ్య సరఫరా మార్గ అల్లిక (Main Transmission Line Network) గా రూపొందును. ఈ సంగ్రహక కేంద్రములన్నియు మరల ఉప (Sub) కేంద్రములకు కలుపబడి, యీ ఉపకేంద్రములు మరల హెచ్చు వోల్టేజీ (High Voltage) తండ్రి మార్గములచే కలుపబడి, రాష్ట్రమంతట బీరకాయ పీచువలె విద్యుత్ అల్లిక ఏర్పడును. ఇట్టి అల్లికను గ్రిడ్ (Grid) అందురు. ప్రతి రాష్ట్రములోను అప్పుడు విద్యుత్ గ్రిడ్లు ఏర్పడి, వివిధ రాష్ట్రముల మధ్య కలయిక మార్గములు (Interconnections) కూడ అమలు లోనికి వచ్చుచున్నవి. వీటివల్ల విద్యుచ్ఛక్తిలో హెచ్చు కొరతల, మిగులు పరిస్థితులు ఏర్పడి నప్పుడు, మిగులు రాష్ట్రమునుంచి కొరత రాష్ట్రము నకు విద్యుత్ను సరఫరా చేయ వీలగును. దేశ మందలి రాష్ట్రములన్నింటిని ఆయిదు ప్రదేశములు (Regions)గా విభజించి, ప్రదేశ గ్రిడ్లు అమలు లోనికి తేబడుచున్నవి. ప్రక్క ప్రక్కనే, ఈ ప్రదేశ గ్రిడ్లు కూడ, అతి హెచ్చు వోల్టేజీ (Ultra High Voltage) తండ్రి మార్గములచే గాని, అదనపు హెచ్చు వోల్టేజీ (Extra High Voltage) మార్గములచే గాని కలుపబడి, కొన్ని సంవత్సరము లలో దేశమంతటా భారతదేశ విద్యుత్ గ్రిడ్ (Indian National Power Grid) ఏర్పాటు అగును. అప్పుడు దేశమందలి అన్ని విద్యుత్

కేంద్రములు కలుపబడును. అంతట అప్పుడప్పుడు ఏర్పడు విద్యుత్ కొరత అంత మొందునని ఎంచవచ్చును. ఈ విద్యుత్ సరఫరా తండ్రి మార్గములను గురించిన వివరములు ఈ విభాగములోని మొదటి ఉపభాగములో తెలుపబడినవి.

విద్యుదుత్పత్తి వోల్టేజీ 11 కి. వో ఉన్నప్పుడు దానిని సరఫరాకై హెచ్చు వోల్టేజీకి ఎటుల హెచ్చింతురు, అన్న ప్రశ్న ఎదురవుతుంది. విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ (Electro Magnetic Induction) సిద్ధాంతము నాధారంగా రూపొందించ బడిన విద్యుచ్ఛాలక బల మార్పిణుల (Transformers), ద్వారా వోల్టేజీని హెచ్చించుట, తగ్గించుట చేయబడును. ఈ అంశముపై రచింప బడిన రెండవ ఉప భాగములో వీటిని గురించి విపులంగా తెలుపబడి ఉంది. వీటి పరిమాణములు- అవసరమగు వోల్టేజీలను బట్టియు, మరియు వీటి విద్యుత్ సామర్థ్య స్రోమత (Power Capacity)ను బట్టియు, ఉండును. ఈ స్రోమత కె. వి. ఎ (K. V. A.) లో (అంటే వెయ్యి వోల్ట్లు ఆంపులలో) గాని ఎమ్. వి. ఎ (M. V. A.) లో కాని (అంటే మెగా అనగా మిలియను వోల్ట్లు ఆంపులలో కాని) తెలుపబడును.

ఒత్తిడి శక్తికి గురియైన నీటి గొట్టమునకు ఎచ్చటనైన రంధ్ర మేర్పడిన యెడల, ఆ రంధ్రము నుండి నీరు వేగముగా బయటకు దూకును. ఆ బయటకు దూకు దూరం, ఒత్తిడి శక్తి పరిమాణము బట్టి, యుండును. అదే విధంగా విద్యుత్ శక్తి (Potential) విషయంలో కూడ. శూన్య శక్తి కాని తక్కువ శక్తిలో ఉన్న ఏ భాగమైనను, ఎక్కువ శక్తిలో ఉన్న భాగము దగ్గరకు చేరినపుడు, విద్యుత్ శక్తి వ్యత్యాసమును బట్టి, ఇంకను ఎడముండగనే రెండు భాగముల మధ్య విద్యుత్స్ఫులింగము (Spark) లేక చాపము (Arc), హెచ్చు శక్తి



నుండి తక్కువ శక్తి ప్రదేశమునకు దూకును. ఈ స్ఫులింగము దూకు దూకం వోల్టేజీ ఎక్కువైన కొద్దీ ఎక్కువగును. అందువలననే, పెద్ద పెద్ద వోల్టేజీ మార్గములపై పెద్ద పెద్ద విద్యుద్బంధక గుచ్చములు (Insulator Strings) కనబడును. ఇటువంటి స్ఫులింగములు రెండు భిన్న స్థితి (Different Phases) తీగలు కలిసినప్పుడు కాని, స్థితి తీగకు భూమి సంపర్కము కలిగినప్పుడు కాని ఏర్పడి, వోల్టేజీ ఉన్నంత సేపు అమిత విద్యుత్ ప్రవాహము జరుగుచు, చాల అపాయ స్థితులును అగ్నిప్రమాదములును ఏర్పడును. ఆప్పుడు విద్యుత్ వలయమును భేదించి విద్యుచ్ఛాలక బలమును వెంటనే నశింపజేసి ప్రవాహమును, అపువేయవలెను. సరఫరా తంత్రీ మార్గములలో కాని, ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల వంటి సాధనములలో కాని, యిట్టి విద్యుత్ లోపములు (Electric Faults) ఏర్పడినప్పుడు సరఫరా మార్గమున కిరువైపుల నుండు కేంద్రములలో నేర్పాటు చేయ

బడిన విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదనములు (Electric Circuit Breakers) స్వతః యాంత్రికంగా (Automatically) తెరుచుకొని విద్యుత్ వలయమును త్వరితగతిలో భేదించును. ఈ సర్క్యూట్ బ్రేకర్లు మరి యితర విద్యుత్ వలయమును తెరచు సాధనములు “యాంత్రిక మీటలు” (Switchgears) అనబడును. వీటిని గురించి ఈ విభాగములోని రెండవ ఉపభాగములో విపులముగా చూడనగును.

ఒక విద్యుదుత్పాదక కేంద్రమునుండి ఒక సంగ్రాహక కేంద్రమునకు విద్యుత్ సరఫరా చేయు ఏర్పాట్లు రేఖా రూపంలో ఎదుటి పేజీలో చూపబడినవి. (ఇందులో ముఖ్య విషయములు మాత్రమే చూపబడి పిడుగునిరోధినిలు (Lightning Arrestors) ప్రవాహ మరియు శక్తి మార్పిణులు (Current and Potential Transformers) మొదలగు రక్షణ సాధనములు (Protection Equipment) చూపబడలేదు.

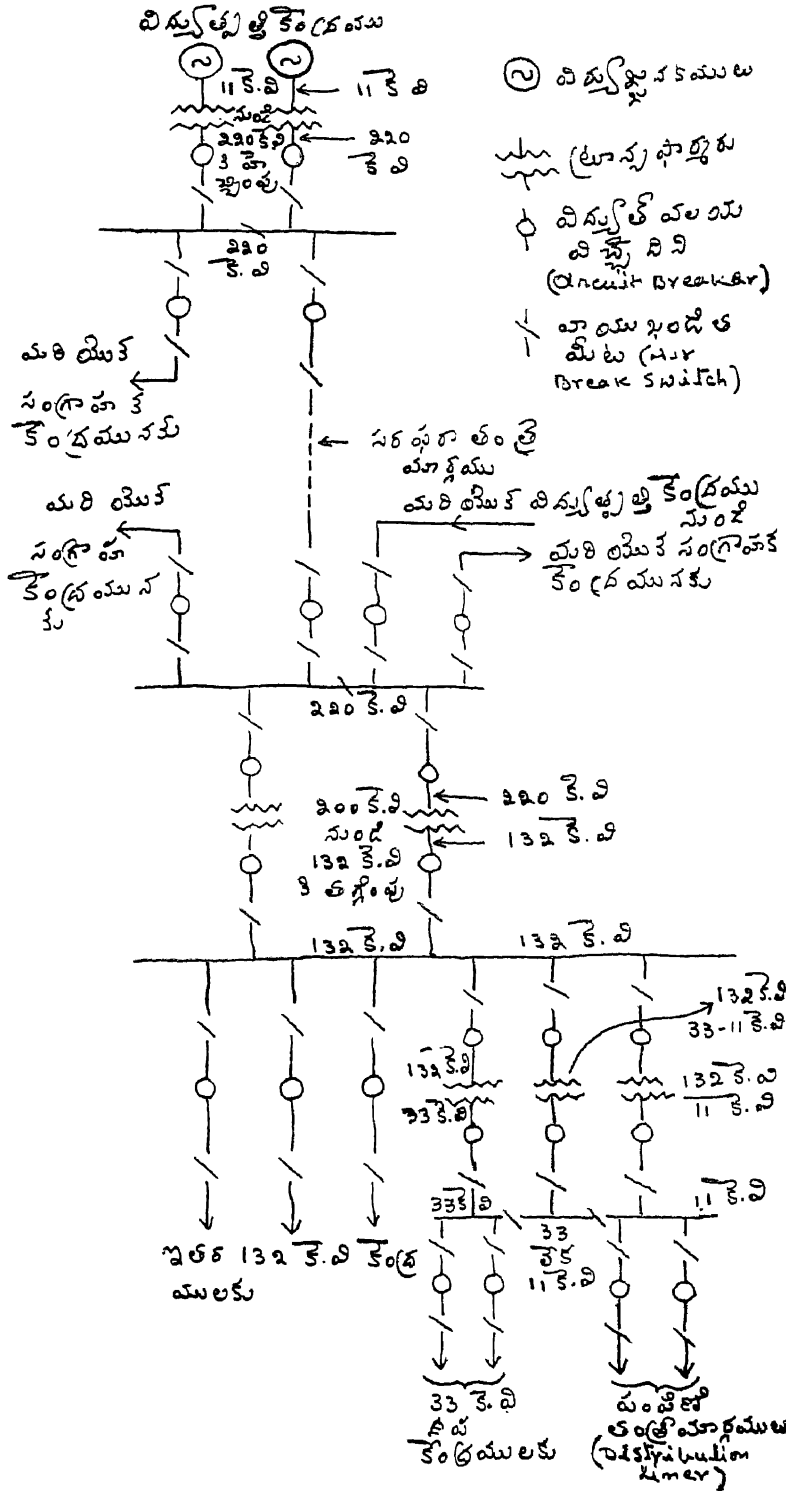
(శ్రీ. అం. రా. న. రావు.

## 268 A సరఫరా తంత్రీ మార్గములు (Transmission Lines)

ఇంతకుముందు చెప్పబడినట్లు విద్యుచ్ఛక్తి ఎక్కువగా జలవిద్యుత్ కేంద్రములలోను, ఉష్ణ విద్యుత్ కేంద్రములలోను, అణు విద్యుత్ కేంద్రములలోను ఉత్పత్తి చేయబడుచున్నది. ఈ విద్యుత్ కేంద్రములు ప్రకృతి సిద్ధమైన వనరులు లభించు ప్రదేశములను బట్టి నెలకొల్పబడుచున్నవి. చిన్న విద్యుత్ కేంద్రములు అక్కడక్కడ నిర్మించుట కన్న ఎక్కడైతే నీరు, బొగ్గు మొదలగు ఇతర వనరులు అధికముగా లభించునో అక్కడ పెద్ద పెద్ద విద్యుత్ కేంద్రములు నెలకొల్పుట ఆదాయ

కరము. ఈ విద్యుత్ కేంద్రములలో ఉత్పత్తి అయిన విద్యుత్ ను పరిశ్రమల కేంద్రములకు, పెద్ద పట్టణములకు యితర పంపిణీ కేంద్రములకు తీసికొని పోవుటయే విద్యుత్ సరఫరా (Power Transmission) అని చెప్పబడుచున్నది.

ఈ విద్యుత్ సరఫరా ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహ వ్యవస్థ (Alternating Current System) యందు ఎక్కువగా జరుగుతూ ఉంది. ఎందువల్లననగా ఈ రకమైన విద్యుత్ ప్రవాహము ట్రాన్సుఫార్మర్లు (Transformer) అను సాధ



నము ద్వారా తక్కువ విద్యుచ్ఛాలక బలము (Voltage) నుండి ఎక్కువ విద్యుచ్ఛాలక బలము నకు పెంచుటకును మరియు ఎక్కువ విద్యుచ్ఛాలక బలమునుండి తక్కువ విద్యుచ్ఛాలక బలమునకు తగ్గించుటకును సదుపాయము కలిగియున్నది.

విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి, ఉత్పత్తియైన విద్యుచ్ఛాలక బలము (Generation Voltage) ను ఎక్కువ స్థాయికి పెంచుట (Stepping up), ఈ స్థాయిలో తీగెల ద్వారా విద్యుత్సరఫరా చేయుట, సంగ్రహక మరియు ఉపకేంద్రముల (Receiving and Sub-Stations) లో ఈ విద్యుచ్ఛాలక బలమును తిరిగి తక్కువ స్థాయిలోనికి తగ్గించుట (Stepping down) అనునవి విద్యుత్ సరఫరాలోని భాగములు.

విద్యుత్ సామర్థ్యము (Electric Power), విద్యుచ్ఛాలక బలము (Voltage), విద్యుత్ ప్రవాహము (Current) లకు గల సంబంధము ఈ దిగువ ఈయబడినది.

సా = బి × ప్ర

$$P = V \times I$$

ఇక్కడ సా (P) అనగా విద్యుత్ సామర్థ్యము వాట్లలో

బి (V) అనగా విద్యుచ్ఛాలక బలము వోల్టులలో

ప్ర (I) అనగా విద్యుత్ ప్రవాహము ఆంపియర్లలో అని గ్రహింపవలెను.

తీగెల ద్వారా విద్యుత్ సరఫరా ఇరుగు నపుడు, ఆ తీగెలలో ఉష్ణము క్రింద మార్చబడి తరిగిపోవు విద్యుత్ సామర్థ్యము దిగువన ఇవ్వబడిన సూత్రము ద్వారా గణింపవలెను.

సా = ప్ర<sup>2</sup> × ని

$$P = I^2 \times R$$

ఇక్కడ సా (P) అనగా తరిగిన విద్యుత్ సామర్థ్యము వాట్లలో,

ప్ర (I) అనగా విద్యుత్ ప్రవాహము ఆంపియర్లలో,

ని (R) అనగా తీగెల యొక్క విద్యుత్ నిరోధక శక్తి ఓమ్స్ లలో.

పైన చెప్పబడిన దానిని బట్టి ఒక నిర్ణీతమైన విద్యుత్సామర్థ్యము (Electric Power) ను సరఫరా చేయుటకు విద్యుచ్ఛాలక బలమును ఎక్కువ చేసిన కొలది విద్యుత్ ప్రవాహము తగ్గుచున్నదని తెలియుచున్నది. ఈ విద్యుత్ ప్రవాహము తగ్గినందున తీగెలలో కలుగు సామర్థ్యపు తరుగుదల కూడ తగ్గుచున్నది. విద్యుత్ ప్రవాహము తగ్గుటవలన తీగె యొక్క పరిమాణమును కూడ తగ్గించవచ్చును. ఉత్పత్తి కేంద్రములలో ముమ్మాటగా 11,000 ఓల్టుల (Volts) లో ఉత్పత్తి చేయబడుచున్న విద్యుచ్ఛక్తి 132,000 నుండి 400,000 ఓల్టులకు పెంపుదల (Step up) చేయబడి, దూర ప్రాంతములకు విద్యుత్ ఈ వోల్టేజీలో సరఫరా చేయబడుచున్నది (మన యింట్లయందు విద్యుద్దీపములకు తదితర విద్యుత్ ప్రయోగములను ఉపయోగించు విద్యుచ్ఛక్తి 230 నుండి 415 వోల్టులు మాత్రమే)

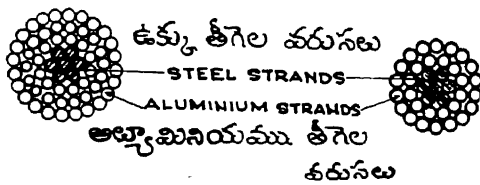
సరఫరాకై విద్యుచ్ఛాలక బల ప్రమాణపు ఎన్నిక (Selection of Voltage):

పైన చెప్పబడినట్లు విద్యుదుత్పత్తి కేంద్రముల నుండి వినియోగ ఉప కేంద్రములకు సరఫరా చేయబడు విద్యుచ్ఛక్తి వోల్టేజీ 132,000 నుండి 400,000 వోల్టుల వరకు యున్నది. ఈ వోల్టేజీ ఎన్నిక సరఫరా చేయబడ వలసిన సామర్థ్యము (Power), సరఫరా చేయవలసిన దూరము, భవిష్యదవసరములు మరియు పెట్టుబడి అను వానిని బట్టి నిర్ణయించ బడును.

విద్యుత్ వాహకము (Conductor):

విద్యుత్ సరఫరాకు ఉపయోగించు తీగెల పరిమాణము ఈ సరఫరాలో తరుగు విద్యుచ్ఛక్తి విలువ, పెట్టుబడి, ఈ పెట్టుబడి మీద వడ్డీ మొద

లగనవి కలిపి తక్కువగా యుండునట్లు చూచి ఎన్నిక చేయబడును. తక్కువ పరిమాణముగల తీగె నుపయోగించిన దాని పెట్టుబడి తక్కువ కావచ్చును. కాని విద్యుత్ సరఫరాలో కలుగు తరుగుదల ఎక్కువగా యుండును. అదే మాదిరిగా ఎక్కువ పరిమాణము గల తీగెలను వాడినచో విద్యుత్ సామర్థ్యము యొక్క తరుగుదల తక్కువ యుండును. కాని పెట్టుబడి ఎక్కువగును. ఈ రెండు సరిసమానముగా యుండునట్లు చూచి తీగెల పరిమాణమును ఎన్నిక చేయవలెను. ఇంతకు పూర్వము ఈ తీగెలను తయారు చేయుటకు రాగి (Copper) ఎక్కువగా వాడబడినది. రాగి విలువ ఎక్కువ అయినందున ఇప్పుడు ఎక్కువగా అల్యూమినియం (Aluminium) వాడబడుచున్నది. ఈ విద్యుత్ వాహకము (Conductor) 87 నుండి



పటము (FIGURE) 1

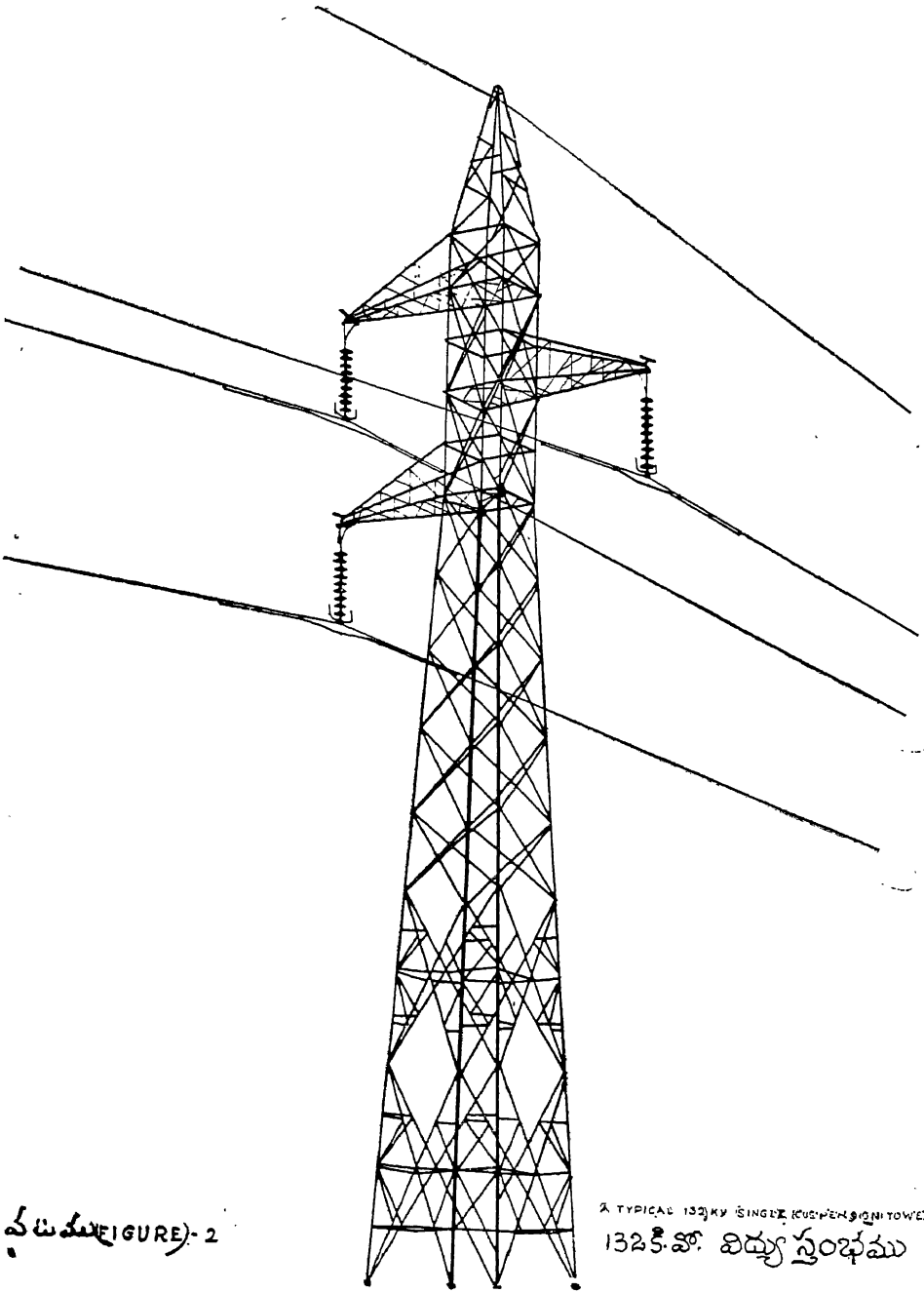
81 నన్నని తీగెలను మెలివేసి చేయబడు చున్నది. వీటిలో మధ్య భాగమున 7 ఉక్కు తీగెలు వాడి పైన 30 మొదలు 54 వరకు అల్యూమినియము తీగెలు సర్పిలము (Spiral)గా చుట్టబడి యుండును. ఈ తీగెలవర్పాలు పైనున్న పటములో చూపబడినది. విద్యుత్ సరఫరాకు ఉపయోగించు స్తంభములు (Supports) :

38,000 వోల్టుల కన్న ఎక్కువ వోల్టేజీలో విద్యుత్ సరఫరా చేయు తీగెలు ప్రత్యేకముగా నిర్మించబడిన గోపుర స్తంభములు లేక టవర్లు (Towers) మీదుగా తీసుకొని పోబడును. ఈ పాచ్చు విద్యుత్ శక్తి (Potential) తీగెలు చాల

అపాయకరమైన వైనందువ వీటిని స్తంభములపై బిగించుటలో ప్రత్యేక జాగ్రత్త వహించి ఎట్టి పరిస్థితిలోను ఏ అపాయము కలుగకుండా ప్రజాక్షేమమును దృష్టిలో పెట్టుకొనవలసి యున్నది. విద్యుత్ సరఫరాకు ఉపయోగించు తీగెలు సాధారణముగా ఒంటి స్తంభము మీదగాని, స్వయంగా వాటంతట అవే నిలబడగల ఉక్కు గోపుర స్తంభముల (Steel Towers) మీదగాని అమర్చబడును. ఈ స్తంభములు సాధారణముగా 1000 నుండి 1400 అడుగుల ఎడములో నిలువబడును. వీటి నిర్మాణములో ఇండియన్ ఎలక్ట్రిసిటీ రూల్స్ (Indian Electricity Rules) లోను, మిగిలిన కోడ్సు (Codes)లోను, నిర్దేశింపబడిన పద్ధతులను తప్పక పాటించవలసి యున్నది. ఈ స్తంభముల ఎత్తు 70 నుండి 100 అడుగుల వరకు ఉండును. మామూలుగా వాడబడు గోపుర స్తంభము (Towers) నమూనా రెండవపటము (పుట 1204)లో చూపబడినది.

విద్యుద్బంధకాలు (Insulators) :

స్తంభములు భూమిపై నిలపెట్టబడి ఉండుటచే స్తంభములోని ఏ భాగమైనను భూమి వలెనే శూన్య శక్తి (Zero Potential) కలిగి ఉండును. అందుచే విద్యుత్ సరఫరా కొరకు వాడబడు తీగెలు స్తంభములకు తగలకుండా విద్యుద్బంధకము (Insulation) చేయవలసి యున్నది. ఈ విద్యుద్బంధకమునకు నుపయోగించునవే విద్యుద్బంధకములు (Insulators) అని పిలువబడుచున్నవి. విద్యుత్ సరఫరా సరిగా, నమ్మకంగా, ఇరుగుట ఈ తీగెలకు అమర్చబడిన విద్యుద్బంధకాల మీద ఆధారపడి యున్నందున, ఈ విద్యుద్బంధకాలను ఎన్నిక చేయుటలో తగిన శ్రద్ధ వహించవలసి యున్నది. విద్యుద్బంధకాలు పటము 8A (పుట 1205)లో వలె యుండును. ఇవి మామూలుగా పింగాణి (Porcelain)తో గాని, గాజు (glass)తో గాని, చేయ



చిత్రము (FIGURE)-2

A TYPICAL 132KV SINGLE CIRCUIT TRANSMISSION TOWER  
132 కి.వో. ఐద్య స్తంభము

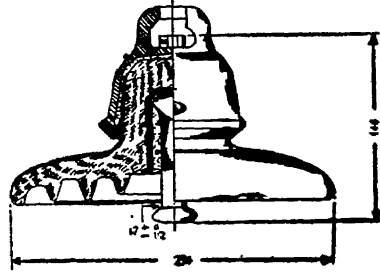
బడును. సరఫరా వోల్టేజీని బట్టి గుచ్చములో ఉప  
యోగించ వలసిన విద్యుద్బంధకాల సంఖ్య నిర్ణ  
యించబడును. ఇవి ఇప్పుడు గాజు పీచు (fibre

glass), ప్లాస్టిక్ (Plastic) తో కూడ తయారు  
చేయబడుచున్నవి. ఒక విద్యుద్బంధకము నిర్మాణ  
వివరములు పటము 3B లో చూపబడినవి.

పిడుగుల (Lightning Stroke) నుండి

రక్షణ :

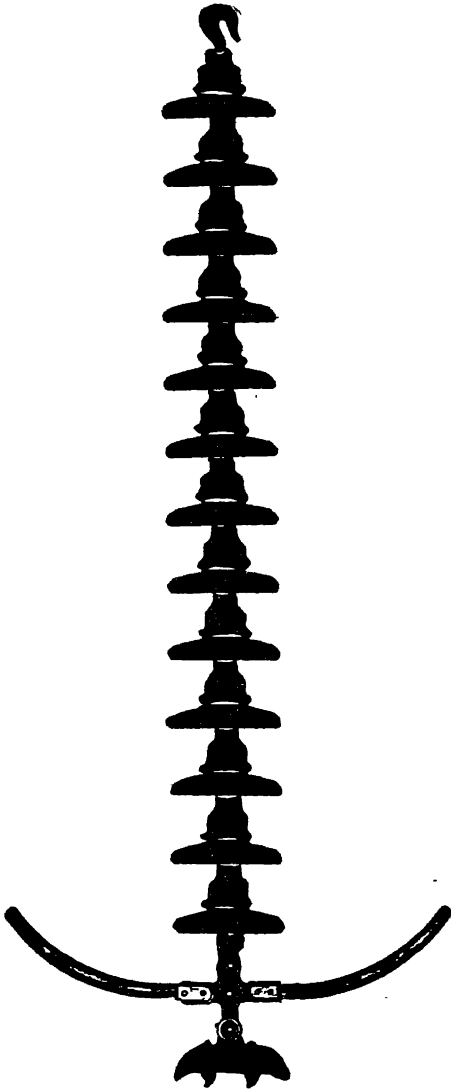
విద్యుత్ సరఫరా చేయు తీగలు చాల ఎత్తయిన గోపుర స్తంభముల మీద అమర్చబడి నందున వీటికి పిడుగుల తాకిడి (Lightning Stroke) తగులు ప్రమాదమున్నది. పిడుగుల నుండి ఉత్పన్నమగు వోల్టేజీ కొన్ని రెండు వోల్టల స్థాయిలో ఉండును. కనుక పిడుగు తాకిడి తీగెలకు తగిలి



విద్యుత్ బంధ కము నిట్లువ కోత  
మాపబడినది

ఫిగ్యూర్ (FIGURE) 3A.

నపుడు, ఆ తీగెలను మోయు విద్యుత్ బంధకాలు, ఆ తాకిడికి తట్టుకోలేక, పగిలిపోయి తీగెలోని విద్యుత్ ప్రవాహము భూస్య శక్తిలో నున్న భూమికి ప్రవహించి, సరఫరాలో భూలోపము (Earth Fault) ఏర్పడి, విద్యుత్ సరఫరా మార్గమునకు రెండువైపుల ఉన్న కేంద్రములలోని విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదములు అధిక ప్రవాహము వల్ల తెరచుకొని సరఫరాకు అంతరాయము కలిగించును. అందువలన పిడుగు (Lightning) దెబ్బ ఈ ప్రవాహ తీగెలకు తగలకుండా కాపాడవలసి యున్నది. దీని కొరకు స్తంభములపైన విద్యుత్ సరఫరా చేయు తీగెలకు మీదుగా, ఒక ఉక్కు తీగ (Steel Wire) స్తంభమునకు చేర్చి అమర్చబడును. ఈ ఉక్కు తీగ విద్యుద్వాహకములైన తీగెల కంటె ఎక్కువ ఎత్తులో యుండుట వలన మరియు సరాసరి స్తంభము ద్వారా భూమికి కలుపబడి ఉండుట వల్ల పిడుగు



విద్యుత్ బంధకముల గుచ్ఛము

STRING OF INSULATORS

ఫిగ్యూర్ (FIGURE) 3A.

రెండవ తీగ వలయమును భేదించగా, దానిలో విద్యుత్ ప్రేరణ (Induction) జరుగును. అనగా విద్యుదయస్థాంతము యొక్క తీగవలయములో విద్యుత్ ప్రవాహము ఆరంభమైనపుడును, అంతమైనపుడును, తత్సంబంధమైన ఆయస్కాంత బలరేఖలు జనించినపుడును, నశించినపుడును, రెండవ తీగ వలయమును భేదించి అందులో విద్యుత్ ప్రేరణ జరుగును. ఏకాంతర విద్యుత్ప్రవాహము (Alternating Current)లో విద్యుత్ ప్రవాహ దిశ (Direction) అటు నిటు మారుచుండునని తెలియును. ఒక దిశయందు ఒక క్షణములోనూ, వ్యతిరేక దిశయందు మరుక్షణములోనూ, ప్రవాహముండును. అందుచే విద్యుదయస్థాంతపు తీగ వలయము లోనికి ఏకాంతర విద్యుత్ ను ప్రవహింపజేసిన, ప్రవాహ దిశ మారినప్పడెల్ల విద్యుదయస్కాంత ధృవములు మారి, దాని ఆయస్కాంత క్షేత్ర రేఖలు కూడ ఒకప్పుడు ఒక విధంగాను, మరు క్షణంలో వ్యతిరేక విధంగానూ మారుచుండును. ఈ విధంగా ఆయస్కాంత క్షేత్రంలో ధృవ మార్పుల కారణంగా, ఆ క్షేత్రబలంలో ఉంచబడిన రెండవ తీగ వలయము మారుతున్న ఆయస్కాంత రేఖలను ఖండించుచుండును. దీని ఫలితంగా ఆ తీగవలయములో విద్యుత్ ప్రేరణ (Induction) మొదటి తీగవలయంలోని, విద్యుత్ప్రవాహమునకు అనుగుణంగా, జరుగును. విద్యుత్ ప్రవాహమునకు విద్యుత్ శక్తి (Potential) కారణం కాబట్టి, మొదటి తీగ వలయంలో ఎంత విద్యుచ్ఛాలక బలం (Voltage)తో విద్యుత్ ప్రవాహము జరుపబడునో, దాని కనుగుణమైన విద్యుచ్ఛాలక బలము రెండవ తీగవలయంలో ప్రేరితమగును. ఒక తీగ వలయము బదులు అనేక వలయములు (Turns) కలిగిన తీగచుట్టల (Coils) ను వాడినపుడు, మొదటి తీగచుట్టలోని వలయముల సంఖ్యకు, రెండవ చుట్టలోని వలయముల సంఖ్యతో విరుద్ధ నిష్పత్తి

లోనే, యీ రెండు తీగ చుట్టల యొక్క విద్యుచ్ఛాలక బలములుండును. అనగా మొదటి చుట్టకు యిచ్చిన వోల్టేజీ, రెండు చుట్టలలోని వలయముల (Turns) నిష్పత్తి ప్రమాణముతో రెండవ చుట్టలో ప్రేరితమగును. మొదటి తీగచుట్టను (అనగా విద్యుత్ ను ప్రవేశ పెట్టబడు) దానిని ప్రాథమిక చుట్ట (Primary Winding) అనియు, రెండవ చుట్టను (అనగా విద్యుత్ ప్రేరణ జరుగు దానిని) గౌణ చుట్ట (Secondary Winding) అనియు అందురు. ఏకాంతర విద్యుత్ సరఫరాకై యీ పై సిద్ధాంతము ననుసరించి తయారు చేసిన పరికరము (Electric Equipment) ను విద్యుచ్ఛాలక బల మార్పిణి (Transformer) అని అందురు.

ఒత్తిడి శక్తి ఎక్కువైన కొలది నీటి ప్రవాహము ఎక్కువ దూరము ఎటుల ప్రవహించునో, విద్యుచ్ఛక్తి విషయంలో కూడా అటులే, సరఫరా చేయబడు దూరాన్ని బట్టి, దాని విద్యుచ్ఛాలక బలముండ వలయును. అందుచే విద్యుత్ కేంద్రములలో జనింప జేయబడు విద్యుత్ యొక్క వోల్టేజీని (విద్యుచ్ఛాలక బలము) దూర ప్రదేశములకు సరఫరా చేయుటకు అనుగుణంగా తగ్గుస్థాయికి పెంచి మరల ఆయా ప్రదేశములలో పంపిణీ కొరకు మరియు వినియోగమునకు అనుకూలంగా తగ్గించవలసిన అవసర మెంతైనా ఉంది వోల్టేజీ హెచ్చింపు తగ్గింపులకు అనేక స్థలములలో వివిధ పరిమాణములు కలిగిన విద్యుత్తు మార్పిణులను అనగా ట్రాన్స్ ఫార్మర్లను వాడుదురు. ఈ ట్రాన్స్ ఫార్మర్లు ఏకాంతర విద్యుత్ వ్యవస్థ (Alternating Current System)లో మాత్రమే ఉపయోగింప వీలగునని గుర్తుంచుకొన వలయును.

ఆంధ్ర ప్రదేశ్ లోని విద్యుత్ కేంద్రములలో విద్యుదుత్పత్తి 11,000 లేక 13,800 వోల్టుల విద్యుచ్ఛాలక బలంలో జరుగుచున్నది. దీనిని 220,000; 132,000 మరియు 66,000 వోల్టులకు పెంచి వివిధ ముఖ్య ప్రదేశములలోని సంగ్రాహక కేంద్ర

ముల (Receiving Stations)కు, అచ్చటి నుండి ఉప కేంద్రములకు (Sub-Stations) సరఫరా చేసి, అవట 88,000 మరియు 11,000 వోల్టుల స్థాయికి తగ్గింపబడి వివిధ పట్టణ గ్రామ సముదాయములకు తీసికొని పోయి, అచ్చట మరల 415 లేక 280 వోల్టులకు తగ్గించి వినియోగ దారులకు పంపిణీ చేయుట జరుగుచున్నది. వోల్టేజీ మార్పుజరిగిన అన్ని స్థలములలోను తగిన ట్రాన్స్‌ఫార్మర్లు వాడబడుచున్నవి.

ట్రాన్స్‌ఫార్మర్లలో ప్రాథమిక తీగచుట్ట (Primary Winding) మరియు గౌణ తీగచుట్ట (Secondary Winding), మెత్తని ఇనుప అంతర్పాదము (Soft Iron Core) చుట్టూ, ఒక నిర్దిత పద్ధతిలో చుట్టబడి ఉంటాయి. మొదటి తీగచుట్టలో ప్రసారమయ్యే విద్యుత్ ప్రవాహము (Current) వలన ఇనుప అంతర్పాదము చుట్టూ అయస్కాంత బలక్షేత్రము (Magnetic Field) ఏర్పడును. పైన వివరించిన విధంగా యీ అయస్కాంతక్షేత్ర బలరేఖల ప్రభావంవల్ల గౌణ తీగచుట్టలో ప్రేరిత విద్యుత్ప్రవాహము (Induced Electric Current) ఉత్పత్తి చేయబడును. ప్రథమ చుట్టకు యిచ్చిన వోల్టేజీయు, రెండవ చుట్టలో ప్రేరితమైన వోల్టేజీయు దాదాపుగ ఆ చుట్టలలోని వలయముల సంఖ్యల (Turns) నిష్పత్తి (Ratio)లో ఉండునని యంతకు ముందే తెలుపబడినది. అందువలన తీగచుట్టలోని వలయముల సంఖ్యను మార్పుట వలన మనకు కావలసిన వోల్టేజీ, ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల ద్వారా, లభ్యమగును. ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల యొక్క విద్యుత్ సామర్థ్యమును - వోల్టలలో దాని వోల్టేజీని, ఆంపియర్లలో (ప్రాప్తంగా 'అంపు' అని అందురు.) దానిలో ప్రవహించు ప్రవాహవిద్యుత్‌ను (Current) గుణించి - వోల్ట్ ఆంపియర్లలో తెలిపెదరు. పెద్ద పెద్ద ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల సామర్థ్యము ఎక్కువ సంఖ్యలో ఉండును. కాబట్టి, కిలో (అంటే వెయ్యి)

వోల్ట్ ఆంపుల (కె. వి. ఎ- K. V. A.) లోను, యింకా పెద్ద వాటిని మెగా (అంటే మిలియను) వోల్ట్ ఆంపియర్లల (యమ్, వి, ఎ- M. V. A) లోను తెలిపెదరు.

పటము 1 (పుట 1209) లో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల యొక్క వివిధ భాగములు చూపబడినవి.

### పటము 1 లోని

### వివరములు

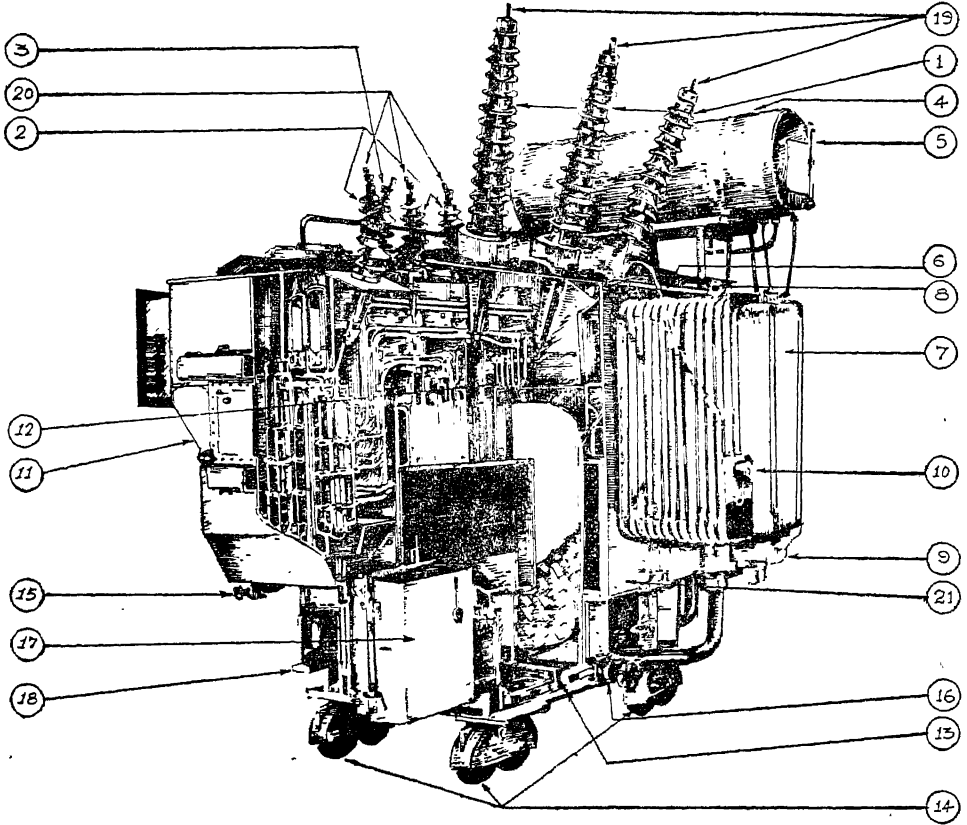
1, 2, 3, 19, 20	విద్యుద్బంధక తొడుగులు (Insulator Bustings)
4, 5	కన్సర్వేటరు (Conservator)
6.	తొట్టె పై మూత (Top Cover)
7, 8, 9	వికిరణులు (Radiators)
10.	నూనె ఉష్ణోగ్రత తెలుపు సాధనము (Temperature Indicator)
11, 17	ఆన్ లోడ్ టాప్ ఛేంజరు (O. L. T. C.)
12	రాగి తీగ చుట్టలు (Windings)
13, 14, 18, 21	ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల తొట్టి (Main Tank) యితర భాగములు
15, 16	నూనెను బయటకు తీసి వేయుటకు కవాటములు (Drain valves)

కొన్ని ముఖ్యభాగములు క్రింద వివరింపబడినవి.

### 1. ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల అంతర్పాదము (Core):

ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల అంతర్పాదమును, సన్నని ఉక్కు రేకుల పేర్పుతో తయారు చేసెదరు. ఈ ఉక్కు





పటము 1. ట్రాన్స్ ఫార్మర్-అందలి అంతర్భాగములు

రేకుల మధ్య విద్యుత్ బంధకపు పూత (Insulation) ఉండును. దీని అయస్కాంత ప్రవాహ శక్తి - ఉక్కు రేకుల నాణ్యతపై - ఆధారపడి యుండును. ఈ ఉక్కు రేకులు కదలకుండా ఉండుటకు, వాటిని బలమైన ఉక్కు చట్రముల మధ్య బిగించెదరు. ఈ అంతర్భాగము పైన, తీగ చుట్టలు అమర్చబడును.

## 2. తీగ చుట్టలు (Windings):

(పటములో సంఖ్య 12)

ప్రాథమిక మరియు గౌణ చుట్టలను విద్యుద్బంధకపు పూత కలిగిన (Insulated) రాగి తీగలతో చేసెదరు. ప్రాథమిక చుట్టకు, గౌణ చుట్టకు మధ్య పారవిద్యుత్తికముల (Dielectric Ma-

terials)ను అమర్చెదరు. ఈ చుట్టలు కదలకుండా ఉండుటకు కట్టుదిట్టమైన ఏర్పాటు చేయుదురు. వీటి కొనలు బయటి తంత్రులతోను, సాధనములతోను కలుపుటకు ట్రాన్స్ ఫార్మరు నుండి బయటకు లేబడును.

3. ట్రాన్స్ ఫార్మరు తొట్టి లేక టాంకు Tank) (పటములో సంఖ్య. 21 ) :-

ట్రాన్స్ ఫార్మరు అంతర్భాగము (Core) పైన తీగ చుట్టలను బిగించి, యీ మొత్తము సముదాయాన్ని బలమయిన ఉక్కు తొట్టెలో, విద్యుద్బంధకపు నూనెలో, అమర్చెదరు. ఈ తొట్టెను కడిలింపుటకు ఉపయోగించు చక్రములను పటములో 18, 14 సంఖ్యలు చూపును. ఈ టాంకును అవసరమున్నప్పుడు మర సాధనముల (Jack) చే ఎత్తుటకు,

దీపుటకు జాంగ్ పాడ్స్ (పటంలో సంఖ్య 18)ను వాడుదురు.

#### 4. వికిరణాలు (Radiators)

(పటములో సంఖ్యలు 7, 8, 9.)

ట్రాన్స్ఫార్మరులోని తీగచుట్టలలో విద్యుత్ ప్రవాహమున్నప్పుడు ఉష్ణము జనించి, తీగ చుట్టల చుట్టూ ఉన్న నూనె బాగా వేడెక్కును. ఈ వేడి నూనె తగినంత వరకు బయటి గాలిచే చల్లారుటకు ట్రాన్స్ఫార్మరు తొట్టికి ప్రక్కల గొట్టములచే గాని, రేకులచే గాని చేయబడిన వికిరణం (Radiators) నమర్చెదరు. వేడి నూనె తొట్టిపై నుండి యీ రేడియేటర్లలోనికి ప్రవహించి, వీటిపైన బయటి గాలి ప్రభావము వలన లోని నూనె చల్లబడి, తొట్టి క్రింద భాగము నుండి లోనికి పోవును. వేడి నూనెను చల్లార్చుటలో దక్షత పెంచుటకును, లేక వికిరణం పరిమాణము మరి ఎక్కువగా ఉండకుండుటకును వీటి క్రింద పెద్ద పెద్ద పంఖాలు (పటములో 9 వ. సంఖ్య) పెద్ద ట్రాన్స్ఫార్మర్లలో అమర్చబడును.

#### 5. కన్సర్వేటరు (Conservator) :

(పటములో 4, 5 సంఖ్యలు)

ట్రాన్స్ఫార్మరులోని విద్యుత్ బంధకపు నూనె (Insulating Oil), ఉష్టోగ్రతను బట్టి, వ్యాకోచ సంకోచనములు పొందుచుండును. అందువలన నూనె పరిమాణము ఎక్కువ తక్కువ అగుచుండును. కాని ఎల్లప్పుడు తీగచుట్టలు నూనెలో మునిగి యుండవలయును. అందువలన తొట్టికి పైన స్తూపక (Cylindrical) రూపంలో ఉన్న యింప డబ్బా అడ్డంగా ఏర్పరుపబడి పెద్ద తొట్టికి గొట్టం ద్వారా కలుపబడి, దానిలో సగభాగం వరకు నూనె ఉండును. మిగిలిన సగభాగంలో గాలి ఉండును. దీనిని కన్సర్వేటరు (Conservator) అందురు (పటములో సంఖ్య 5). నూనె యొక్క వ్యాకోచ

సంకోచనముల వల్ల లోపల ఒత్తిడి శక్తి మార్పు చెందకుండా, కన్సర్వేటరు పై భాగము, ఒక గొట్టము ద్వారా, బయటి వాతావరణపు గాలికి ఒక “నిశ్వాసిని” (Breather) గుండా కలుపబడును నూనె వ్యాకోచము పొందినపుడు కన్సర్వేటరునందలి పైభాగంలోని గాలి బయటికి నెట్టబడి, నూనె సంకోచనము చెందినపుడు బయటిగాలి లోనికి పోవును. ఈ గాలి యొక్క రాకపోకలు నిశ్వాసిని ద్వారా జరుగుటచే, అందులో ఉన్న “సిలికజెల్” అను రసాయన పదార్థము, గాలిలో ఉన్న తేమను పీల్చి వేయును. గాఢత తేమలేని నిర్ధారిత (Dry) గాలి మాత్రమే లోనికి పోవును.

#### 6. విద్యుత్ బంధక తొడుగులు (Insulator Bushings) :-

(పటంలో సంఖ్యలు 1, 2, 8)

ఈ విద్యుత్ బంధక తొడుగులు శ్రేష్టమైన పింగాణితో చేయబడి, ట్రాన్స్ఫార్మర్ యొక్క యింప తొట్టి (Tank) పైన బిగింపబడి యుండును. దీని చివర లోహముతో చేయబడిన కడ్డీ ఉండును.

ఈ కడ్డీ నుండి ట్రాన్స్ఫార్మర్ లోని తీగచుట్టలకు తగిన వాహకము ద్వారా కలయిక (Connection) ఉండును.

#### 7. ఆన్ లోడ్ ట్యాప్ ఛేంజరు (O.L.T.C.):

(పటంలో సంఖ్యలు 11, 17)

ట్రాన్స్ఫార్మరు పనిచేయునపుడు దానినుండి మార్పుచెందు విద్యుద్బాంధక బలముతో కొద్దిపాటి మార్పులను చేయుటకు, ఈ సాధనమును వాడుదురు. ఇది ట్రాన్స్ఫార్మర్లో ఒక భాగంగా అమర్చబడి యుండును.

ట్రాన్స్ ఫార్మరుల వివరములు

వివరములు 1	విద్యుత్ సామర్థ్యము			
	2	3	4	5
	0.1 M.V.A.	1 M.V.A.	10 M.V.A.	100 M.V.A.
(i) మొత్తం బరువు (Total weight) కె. జి. లో	1,000	4,000	40,000	115,000
(ii) పరిమాణ కొలతలు మీటరులలో	$1.2 \times 1.7 \times 0.9$	$1.6 \times 1.6 \times 2.1$	$7.2 \times 5.1 \times 4.0$	$10 \times 4.5 \times 0.5$
(iii) విద్యుత్ బంధకపు నూనెపరిమాణము (Insulating Oil), కె. జి. లో	200	750	18,000	40,000

శ్రీ. ఎ. ఆర్. ఎన్. రావు. శ్రీ. ఎ. వేంకటేశ్వరరావు.

## 268 C. యాంత్రిక మీటలు (Switch Gears)

ఏకాంతర విద్యుత్ వ్యవస్థ (A. C. System) లో విద్యుత్ కేంద్రములలో ఉత్పత్తి అయిన విద్యుత్ యొక్క విద్యుచ్ఛాతక బలము (వోల్టేజీ) ను విద్యుత్ ట్రాన్స్ ఫార్మరు ద్వారా హెచ్చించి తంత్రుల ద్వారా కావలసిన స్థలములకు సరఫరా చేసి, అచ్చట మరల తగిన స్థాయికి వోల్టేజీని తగ్గించి వినియోగదారులకు పంపిణీ చేయవలసి యున్నది. ఈ వ్యవస్థలో అవసర ప్రకారము విద్యుత్ వలయములు (Circuits) మూసి ఉంచుటకు లేక తెరచి ఉంచుటకు తగిన సాధనములు ఉండవలయును. ఆ వలయములో ప్రవహింప వలసిన దానికంటె ఎక్కువ విద్యుత్తు ఏ లోపము వల్లనైనా, ప్రవహించిన యెడల కూడ యీ సాధనములు తెరుచుకొని, వలయమును (చేదించి ప్రవాహమును ఆపవలయును. లేనిచో

ప్రమాదము ఏర్పడ వచ్చును. ఈ సాధనములను 'యాంత్రిక మీటలు' లేక స్విచ్ గియర్స్ (Switch Gears) అని అందురు. వీటిలో ముఖ్యమైన సాధనము విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదిని (Circuit Breaker).

విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదిని (Electric Circuit Breaker) :

విద్యుత్ ప్రసారములో విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదినికి ఎక్కువ ప్రాముఖ్యము ఉన్నది. దీనిని గూర్చి పరిశోధన ప్రపంచ వ్యాప్తంగా జరుగుచున్నందు వలన క్రొత్త క్రొత్త రకములు అనేకములు ఎప్పటి కప్పుడు తయారగుచున్నవి. వీనిని గురించి క్లుప్తముగా దిగువ వివరింప బడినది.

మన యింటిలోని లైటు వెలిగించుటకు గాని, ఆర్పుటకు గాని వాడు మీటను గూర్చి అందరికి తెలియును. మన ఇంటిలో విద్యుద్దీపములో గాని విద్యుత్ తీగెలలో గాని లోపము (Fault) ఏర్పడినపుడు విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువయి, రక్షక వత్తి (Fuse) కాలిపోయి విద్యుత్ ప్రసార వలయములో అంతరాయము కలుగును అట్లు అంతరాయము కలుగుట వలన విద్యుత్ వలయములో ఏర్పడిన లోపమువలన పరికరములకు గాని మనుష్యులకు గాని ప్రమాదము (Accident) జరుగకుండ నివారించబడుచున్నది. అటులనే విద్యుత్ ప్రవాహమును అదుపు (Control) చేయుటకు, విద్యుత్ పరికరములను ఆవాంతర పరిస్థితుల నుండి పరిరక్షించుటకు, విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదానిని వాడుదురు. దీనిలో మీటను పని చేయించినపుడు వలయమును మూయు, తెరచు గుణమును, క్లిష్ట పరిస్థితులలో వలయము దానంతట అదే తెరచుకొను గుణమును పొందుపరచబడి యున్నవి.

సర్క్యూట్ బ్రేకరు యొక్క సామర్థ్యము, విద్యుత్ ప్రసార వ్యవస్థ యొక్క లోపస్థాయి (Fault Level) పై ఆధారపడి యుండును. విద్యుత్ ప్రసారంలో సామాన్యంగా రెండు స్థితి (Phase) తీగలు తగులుకొనుట వల్ల కాని, ఒక ఒక స్థితితీగ భూమితో కాని, భూమితో సంపర్కముండి శూన్యశక్తి గల కట్టడము, సాధనము మొదలగు వాటిని తగిలినయెడల కాని, లోప (Fault) మేర్పడి అమితంగా విద్యుత్ ప్రవాహము జరుగును. ఇంత ఎక్కువ స్థాయిలో విద్యుత్ ప్రసారము జరిగినపుడు, విద్యుత్ వలయమును చేదించి ప్రసారమునకు అంతరాయము కల్పించనిచో, విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదానిలో అధిక వేడి జనించును. ఇట్లు ఉత్పత్తి జరిగిన వేడిని 0.1 సెకండులో అదుపులోనికి తీసికొని రానిచో పరికరములు,

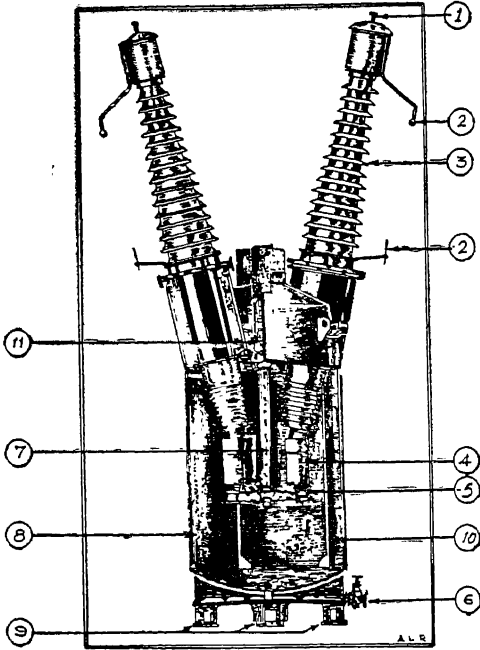
సాధనములు, అగ్ని ప్రమాదమునక గురియై చాల అపాయము సంభవించు పరిస్థితులు ఏర్పడును. షణకాలంలో వలయమును చేదించు ఏర్పాట్లు సర్క్యూట్ బ్రేకరులో చేయబడినవి.

సర్క్యూట్ బ్రేకరులో స్థిర సంపర్కాలు (Fixed Contacts) మరియు చలన (Moving) సంపర్కాలు ఉండును. ఈ సంపర్కాలు విడిగా దూరంగా ఉన్నప్పుడు విద్యుత్ వలయము తెరచుకొనబడి విద్యుత్ ప్రసారము జరుగదు. ఈ రెండు సంపర్కాలు కలిసిన యెడల విద్యుత్ వలయము పూర్తి చేయబడి, ప్రసారము జరుగును. విద్యుత్ ప్రసారము జరుగునపుడు ఈ రెండు సంపర్కాలును వేరు పరచినపుడు, వేరు పరచినందున ఏర్పడిన శక్తి వ్యత్యాసము వల్ల రెండు సంపర్కాలు మధ్య చాపము (Arc) ఏర్పడి, దీనివలన అధిక ఉష్ణత జనించి, విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదానిలోని విద్యుత్ బంధకపు నూనె (Insulating oil) లో సంచలనము కలుగుటయు, ఆ వేడి వలన కొంత నూనె, వాయువు (Gas) గా మారుటయు జరుగును. ఈ వాయువు యొక్క పీడనము వలన విద్యుత్ చాపము అంత మొందింపబడి విద్యుత్ వలయము చేదించబడును.

పటము . 1 (పుట. 1213)లో అధిక నూనె విద్యుత్ వలయవిచ్ఛేదాని (Bulk Oil Circuit Breaker) లోని అంతర్భాగములను చూడవచ్చును.

అంతర్భాగముల వివరములు :

- 1, 2, 3. విద్యుత్ బంధకపు తొడుగులు (Bushings).
4. చాపమును అదుపుచేయు గది (Arc Control Chamber)
5. చలన సంపర్కాణి (Moving Contact)
6. నూనె కవాటము (Valve For oil)



OIL IMMERSED CONTACTS OF MODERN  
CIRCUIT BREAKER, 132 K.V., 2500 MVA

చటము 1. అధిక నూనె వలయ విచ్ఛేదిని

7. చలన సంపర్కాన్ని విడదీయుటకు  
ఉపయోగించెడి భాగము.

8, 9, 10. (Tank) తొట్టె

11. సంపర్కాలును విడదీయుటకు ఏర్పా  
టుయిన యాంత్రిక సముదాయము.  
(Operating Mechanism).

ఈ విధమైన విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదినులు  
11,000 వోల్ట్ల నుండి 220,000 వోల్ట్ల వరకు  
కలవు. విచ్ఛేదిని పనిచేసినప్పుడెల్ల దానిలోని  
నూనె వేడెక్కి, కొంత వాయువుగా మారుటవల్ల  
కొన్నిసార్లు యీ విధంగా పనిచేసిన తరువాత  
నూనె యొక్క విద్యుత్ బంధక బలము తగ్గి, నూనెను  
పూర్తిగా మార్చవలసి యుండును. పాచ్చు  
వోల్టేజీలలో నూనె పరిమాణము చాల ఎక్కువగా  
ఉండుటచే, నూనె మార్చునకు చాలాఖర్చు అగును.  
అందుచే పెద్దపెద్ద వోల్టేజీలకు “అల్పనూనె విద్యుత్  
వలయ విచ్ఛేదినులు” (Minimum oil Circuit  
Breakers)ను, అసలు నూనె ప్రమేయము లేకుండా  
“గాలి ప్రేటుడు వలయ విచ్ఛేదిను”లు (Air

Blast Circuit Breakers) ను రూపొందించ  
బడినవి వీటి అన్నింటిలోను పనిచేయు సిద్ధాంతము  
ఒకటే కాని, విద్యుత్ చాపమును త్వరగా అంతము  
చేయుటకు వాడు యానకము (Medium)  
మాత్రము వేరు-ఒక దానిలో నూనె, మరియొక  
దానిలో అధిక పీడన గాలి. వోల్టేజీని బట్టి తగిన  
విద్యుత్ బంధకపు తొడుగులు అమర్చబడును.  
ఉక్కు తొట్టి (Steel Tank)కి బదులు పింగాణీ  
తొడుగుల లాంటి తొట్టినే వాడుదురు.

ఈ విచ్ఛేదినులన్నింటిలోను ప్రవహించు విద్యుత్తు  
నిర్దేశించిన స్థాయి కంటె. ఎక్కువై నప్పుడు  
సంపర్కాలును విడదీయు యాంత్రిక సము  
దాయమును కదల్చి విచ్ఛేదిని వలయమును త్వరగా  
చేపించుటకు ఏర్పాట్లు కలవు. అట్లు విచ్ఛేదిని  
పనిచేసినపుడు ఏ తోపమువల్ల అది పనిచేసినదో  
కనుగొని, అ తోపమును సరిచేసి, మరల విచ్ఛేదినిని  
పనిచేయించు వలయము (Circuit)ను మూసి  
విద్యుత్ ప్రసారమును సాగింతురు.

వాయు ఖండిత మీటలు (Air Break  
Switches) ;

ట్రాన్స్ ఫార్మర్లను, విద్యుత్ విచ్ఛేదినులను మరి  
ఇతర సాధనములను విద్యుత్ ప్రసార వలయము  
నుండి వేరుచేసి వాటిపై చేయవలసిన మరమ్మత్తు  
లేక యితర పనులకు వీలు కలిగించుటకు ఈ  
మీటలను వాడుదురు. విద్యుత్ప్రవాహము ముందు  
ఈ మీటద్వారా పోయి తరువాత సాధనమునకు  
పోవును. ఈ మీటను తగిన ఉచ్చాలక (Lever)  
గొట్టము నుపయోగించి తెరచుట, మూయుట చేయు  
దురు. సామాన్యంగా విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదినిని  
తెరచి విద్యుత్ ప్రవాహము లేకుండాచేసి, తరువాత  
వీటిని పనిచేయించు వలయును. లేని యెడల వీనిలో  
ఏర్పాటు చేయబడిన స్థిర, చలన సంపర్కాలులు  
విద్యుత్ చాప సామర్థ్యము వలన పాడగును.

శ్రీ ఎ. ఆర్. ఎన్. రావు.

శ్రీ ఎ. వెంకటేశ్వర రావు.

## 269. విద్యుత్ పంపిణీ వ్యవస్థ (Electricity Distribution System)

**పంపిణీ మరియు వినియోగము: (Distribution and Utilisation)**

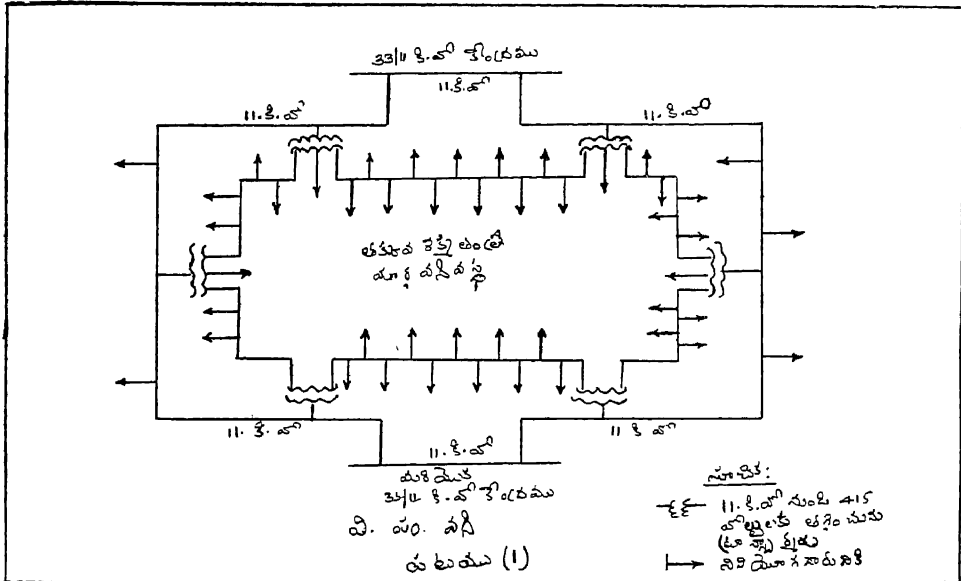
ఉత్పత్తి చేయబడిన విద్యుచ్ఛక్తి విద్యుదుత్పాదన కేంద్రముల నుండి, హెచ్చు విద్యుచ్ఛాపక బలంతో, సంగ్రహక కేంద్రములకు సరఫరా తండ్రి మార్గముల ద్వారా తీసుకొని పోబడి, అచటి నుండి, కొంచము తక్కువ వోల్టేజీతో, ఉపకేంద్రములకు తరలింప బడునని ముందు భాగములలో చెప్పబడినది. సరఫరాకై 132 కి.వో. మరియు 220 కి.వో. అంతకంటె ఎక్కువ వోల్టేజీ కాని వాటికే పంపిణీకై 33 కి.వో వాడబడి వినియోగమునకు 415 మరియు 220 వోల్టుల వోల్టేజీ వాడబడును.

132 కి. వో. (లేక 220 కి. వో.) కేంద్రము నుండి 33 కి. వో. తండ్రి మార్గములు ఏక స్థంభములపై అవుసరమగు స్థలములకు తీసుకొని పోబడి అచట 33/11 కి. వో. అవరోహ (Stepdown) కేంద్రములు నెలకొల్ప బడును. ఇదివరకు చెప్పినట్లు యీ అవరోహము విద్యుచ్ఛాపక బలమార్పిణుల (Transformers) ద్వారా జరుగును. ఈ కేంద్రములలో కూడ విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవాహమును ఆదువు చేయుటకై (To control) విద్యుద్వలయ విచ్ఛేదనలు (Circuitbreakers) మరియు వాయు ఖండిత మీటలు (Air break Switches) మున్నగు సాధనములను వాడుదురు. 33/11 కి. వో. కేంద్రము నుండి 11 కి.వో. పంపిణీ మార్గములు పట్టణములకు, గ్రామములకు, తీసుకొని పోబడును. 33/11 కి. వో. కేంద్రముల నేర్పాటు చేయు స్థలములు వాటి మధ్య దూరము మున్నగునవి, పంపిణీ చేయబడవలసిన

పట్టణ మరియు గ్రామముల దూరము, వాటియందలి విద్యుద్వినియోగపు బరువు (Load) ను బట్టి యుండును. ఈ పంపిణీ మార్గములు మరీ పొడవైనయెడ, అత్యంత మార్గములతో పంపిణీచేయబడు విద్యుత్ సామర్థ్యము లేక బలము (Power) ను బట్టి, మార్గపు చివర భాగములలో సరియైన వోల్టేజీ రాదు. పట్టణములలో నీటి సరఫరా గొట్టపు మార్గములో, ముందు ఉన్న యిండ్లలో నీరు వాడుచున్నపుడు, చివర యింటికి నీటిదార-వోల్టేజీ క్రిత సరిగా లేక-ఎటుల తక్కువై పోవునో, అటులే విద్యుత్ పంపిణీ మరియు వినియోగ మార్గములలో కూడ మార్గములు మరీ పొడవైన యెడల మొదట్లోను మధ్యలోను ఉన్న విద్యుత్ సమర్థమునుబట్టి, చివరి వినియోగదారులకు సరియైన వోల్టేజీ వుండదు. కాబట్టి పంపిణీ చేయవలసిన విద్యుత్ భారమునుబట్టి మార్గపు పొడవు నిర్ణయింపబడును. అందువలననే పంపిణీ మొదటి రోజులలో వినియోగము తక్కువగా ఉన్నప్పుడు వేయబడిన మార్గములు, తరువాత మార్గము పొడుగునా వినియోగదార్లు ఎక్కువగుట వల్ల, వాటికి మించిన భారము (Over load) నకు గురియై, వోల్టేజీ ఉండవలసిన స్థాయికన్న తక్కువగును. అప్పుడు కొత్త 33/11 కి. వో. అవరోహ కేంద్రములు కాని, 11 కి. వో. మార్గములు కాని, నెలకొల్పి, పాత మార్గముల మీది భారమును కొంత కొత్తవాటికి మళ్లించి, సరియగు వోల్టేజీ ఉండేటట్లు చూడబడును. ఈ కారణము వలననే పెద్ద పట్టణములలోను, అధిక భార వినియోగదారుల (Heavy Load Consumers) సమీపమునను యీ 33/11 కి. వో. అవరోహ కేంద్రములుండును. పట్టణములలో అన్ని ప్రక్కల యిట్టి కేంద్రములు పెక్కు

లుండును. అటువంటప్పుడు పంపిణీ పరిష్కరముగా ఉండుటకు యీ కేంద్రములన్నియు ఉంగరపు తంత్రి మార్గము (Ring Main) ద్వారా కలుపబడిఉండి, ఒక ప్రక్కనుండి పంపిణీ తంత్రిలలో లోపముల వల్ల విద్యుత్ప్రవాహమునకు అంతరాయము వచ్చినన, రెండవవైపు నుండి ప్రవాహముండును. రెండు 33/11 కి. వో. కేంద్రములను కలుపు 11 కి. వో. ఉంగరపు తంత్రి మార్గము ఎటుల 11 కి.వో. వినియోగదారులకు, 415 వోల్టుల ఆవరోహమునకు ఏర్పాటు చేయబడునో ఈ క్రింది రేఖా పటము (పటము 1) లో చూడవచ్చును. తక్కువ శక్తితంత్రి మార్గముల ఉంగరపు ఏర్పాటు కూడ అందులో చూడ వచ్చును.

ఒలననే అన్ని కేంద్రములలోను సాధనముల తటస్థ బిందువులు (Neutral Points) భూమికి కలుపబడి, తక్కువ శక్తి వ్యవస్థ (Low tension System)లో వాడబడు తటస్థ తంత్రి (Neutral Wire) అనేకచోట్ల భూమితో కలుపబడి ఉండును. ఈ పద్ధతి ముఖ్యముగా రక్షణకై ఏర్పాటు కాబడినది. స్థితి (Phase) తీగలలో దేకై నను భూసంపర్కము కాని, భూమితో కలసియుండి శూన్య శక్తిలోఉన్న సాధన భాగములతో కలయుటగాని, సంభవించినపుడు లోపవిద్యుత్ ప్రవాహము (Fault Current) అధికమై విద్యుద్దలయవిచ్చేధింపులు, రక్షక వత్తులు (Safety Fuses) వంటి రక్షక సాధనములు వాటంతట అవే పనిచేసి, విద్యుద్ద



### ఏకాంతర విద్యుత్ వ్యవస్థ :

విద్యుత్ పంపిణీలో త్రైస్థితి (Three Phase) పద్ధతి ఆములులో ఉందని యిదివరలో చెప్పబడినది. వ్యవస్థ (System) మొత్తంమీద విద్యుద్దలయము భూమి ద్వారా పూరితేయబడి, భూమిశూన్యశక్తి (Zero-potential) తిరుగుదారి (Return path) గా వాడబడు చున్నదని కూడ చెప్పబడినది. అందు

లయమును భేదించి ప్రవాహమును ఆపుచేయును. అందువలననే గృహములలో గాని, మరి ఏ యితర విద్యుద్వినియోగ ప్రదేశములలోగాని - భూమితోకాని కలిసియున్న ఏ యితర సాధనముతో కాని, సంపర్కముండిన వ్యక్తి - ఏ స్థితితీగను కాని, ఆ తీగ ద్వారా విద్యుత్తును పొందుచున్న సాధనమును కాని అంటినపుడు విద్యుద్భాతమునకు గురియగును.

పంపిణీ వ్యవస్థలో 11 కి. వో. తంత్రులు పట్టణములు పల్లెలు మరియు వినియోగదారుల సమీపమునకు తీసుకొని పోబడి, కావలసిన స్థలము లో 11 కి. వో/415 వో. ల ట్రాన్స్ఫార్మర్ల ద్వారా విద్యుత్తు, తక్కువ శక్తి (Low tension) లోకి మార్చబడును. 50 కి. వా. లేక లేక 75 ఆశ్వశక్తి (Horse Power) భారము గల వినియోగదారుల సాధనములకు 11 కి. వో. లో విద్యుత్తు ఇవ్వబడును. వినియోగదారుడు తన ఖర్చుపై 11 కి. వో/415 వో. ట్రాన్స్ఫార్మర్లను అమర్చుకొని కరంటు వాడుకొనును. మిగిలినవారికి అనగా 50 కి.వా. కు తక్కువ భారము ఉండి, 4 కి. వాట్ల కన్న ఎక్కువ ఉన్నవారికి తక్కువ శక్తిలో - అంటే 415 వోల్టులలో - త్రైస్థితి (Three Phase)పై కరంటు ఇవ్వబడును. ఈ త్రైస్థితిలో ఏ ఒక స్థితిగకు తటస్థతగకు మధ్య 230 వోల్టులును, ఏ రెండుస్థితిగల మధ్యనైనా 415 వోల్టులును, శక్తి ఉండును. అందుచే 4 కి. వాట్ల కన్న తక్కువ భారముకల వినియోగదారులకు ఏక స్థితి విద్యుత్ (Single Phase Supply), అంత కన్న ఎక్కువ వారికి త్రైస్థితి విద్యుత్ (Three phase Supply) ఇవ్వబడును.

33. కి. వో. తంత్రీ మార్గములు ఉక్కుగొట్టపు స్తంభములపై కాని, రైలుపట్టా స్తంభములపై కాని లేక ఉక్కుదూలపు స్తంభములపై కాని (Tubular, Rail or R.S. Joint poles) వేయబడి స్తంభమునకు స్తంభమునకు నడుమ దూరము 90 నుండి 150 మీటర్ల వరకు ఉండును. 11 కి. వో. తంత్రీ మార్గములు రైలుపట్టా, ఉక్కుదూలము లేక సిమెంటు కాంక్రీటు స్తంభములపై కాని వేయబడి, స్తంభములమధ్య దూరము సగటున 75 నుండి 90 మీటర్లు ఉండును. తక్కువ శక్తి తంత్రీ మార్గములు (Low Tension Lines) సిమెంటు కాంక్రీటు, ఉక్కు దూలము లేక కర్ర

స్తంభములపై వేయబడి స్తంభముల మధ్యదూరము 45 నుండి 60 మీటర్లమేరకు ఉండును. విద్యుత్ తంత్రులు భూమికి పైన ఉండవలసిన ఎత్తు 33 మరియు 11 కి. వో, మార్గములలో వీధులు లేక రహదారులపై 6 మీటర్లు, యితర చోట్ల 4.6 మీటర్లకు తక్కువ కాకుండా ఉండవలయును. అదే విధంగా తక్కువశక్తి మార్గములలో వీధులు, లేక రహదారులపై 5.8 మీటర్లు, యితర చోట్ల 4.6 మీటర్లకు తక్కువ కాకుండా ఉండవలయును. ఈ తంత్రీ మార్గములు యిండ్లు, భవనములు మరియు యితర కట్టడముల-చేరువగా గాని పై నుండి గాని పోయినప్పుడు, ఆ కట్టడములో మనుష్యులు ఎక్కువకు పీలగు ఏ ప్రదేశము నుండియైన ఊర్ధ్వంగా (vertically) ఎక్కువ శక్తి మార్గము 8.75 మీటర్లు, తక్కువ శక్తి మార్గము 2.5 మీటర్లున్నా, తైలిజంగా (horizontally) ఎక్కువ శక్తి మార్గము 1.88 మీటర్లు, తక్కువ శక్తి మార్గము 1.25 మీటర్లకు తక్కువ కాకుండాను ఉండవలెను. ఈ తంత్రీ మార్గముల క్రింద చెట్లు మొదలగునవి పెరుగకుండా చూడవలయును. గ్రామములలోనూ, పట్టణములలోనూ, వినియోగ మార్గములకు వీధులలోనివి గాని యిండ్లలోనివి గాని, చెట్లు తగులునప్పుడు, వాటికొమ్మలను కొట్టివేయుచు, తంత్రులకు కొమ్మలకు మధ్యతగినంత దూరము ఉండునట్లు చూడవలయును. లేక పోయినచో చెట్టుకొమ్మలు తంత్రులకు తగులుట వల్ల విద్యుత్ ప్రవాహమునకు అంతరాయము కలుగవచ్చును. చాల స్తంభములకు, అవి యటునటు ఒరగకుండా పేసిన ఇనుపతీగెల (Stranded Steel Wires)ను స్తంభమునకు పై భాగమున తగిలించి తీగను బాగాలాగి రెండవకొనను భూమిలో బిగించెదరు. వీటిని ఆనుడు తీగలు (Stay Wires) అనెదరు. స్తంభములకు పై భాగమున యాతీగెలను తగిలించునప్పుడు అవి ఏ సమయములో కూడ విద్యుత్ తంత్రులకు తగులకుండా



బిగింపవలయును. వీటిని సరిగా బిగింపకపోయినను అవి వదులుగా ఉన్నను, గాలికి స్తంభములు ఊగినప్పుడు కాని, లేక పశువులు యితరజంతువులు స్తంభములకుగాని ఆనుడుతీగెలకు గాని రానుకొని వాటిని విపరీతంగా కదలించినప్పుడు కాని, ఆనుడు తీగెలు విద్యుత్తంత్రులకు తగిలి, విద్యుదావేశము కలిగినవై, వాటిని తగిలిన జంతువులను మనుష్యులను విద్యుద్భాతమునకు గురిచేయును. ఈ విధంగా అనేక సందర్భములలో పశువులు చనిపోవుట జరిగినది. అందుచే ఆనుడు తీగెలను బిగించుటలో ప్రత్యేక శ్రద్ధ అవసరము.

11 కి.వో మార్గములపై, 11 కి. వో. 415 వోల్టుల ట్రాన్స్ఫార్మర్లు 100 కి వో. ఏ (K.V.A) స్తోమత వరకు అవసరమగు చోట్ల స్తంభము పైననే బిగించబడును. 100 కి.వో. ఏ. పైబడిన ట్రాన్స్ఫార్మర్లు భూమిపై ఉంచబడును 11కి. వో. తంత్రులు వాయు ఖండన మీటలు (air break Switches) మరియు రక్షక వత్తుల (fuses) ద్వారా ట్రాన్స్ఫార్మరుకు కలుపబడును. తక్కువ శక్త్యవైపు పంపిణీ పెట్టె (distribution box) కు కలుపబడి ఆ పెట్టెలో బయటకు పోవు వినియోగతంత్రీ మార్గములకు రక్షకవత్తులు అమర్చబడును. ఈ తక్కువ శక్త్య మార్గములు త్రైస్థితి నాలుగు తీగెలమార్గము (3 phase 4 wire) గాని, పీథి దీపములు కూడ ఉన్నచోట్ల త్రైస్థితి 5 తీగెల మార్గము (3 phase 5 wire) గాని వేయబడును. పీథి దీపములున్నప్పుడు అన్ని దీపములను ఒక మీట ద్వారా నెలిగించుటకు గాని, ఆర్పివేయుటకు గాని వీలుగా 5 వ తీగవేయబడును. ఏ పీథిలోనైన 4కి. వా.లకు మించిన వినియోగదారుడు ఉండక పోతే ఆ పీథిలో ఏకస్థితి మూడు తీగెల మార్గము, పీథి దీపములు లేకపోతే ఏకస్థితి రెండు తీగెల మార్గము వేయబడును. త్రైస్థితిలో నాల్గవ తీగను, ఏకస్థితిలో రెండవ తీగను, తటస్థతీగగా గుర్తింప వలయును.

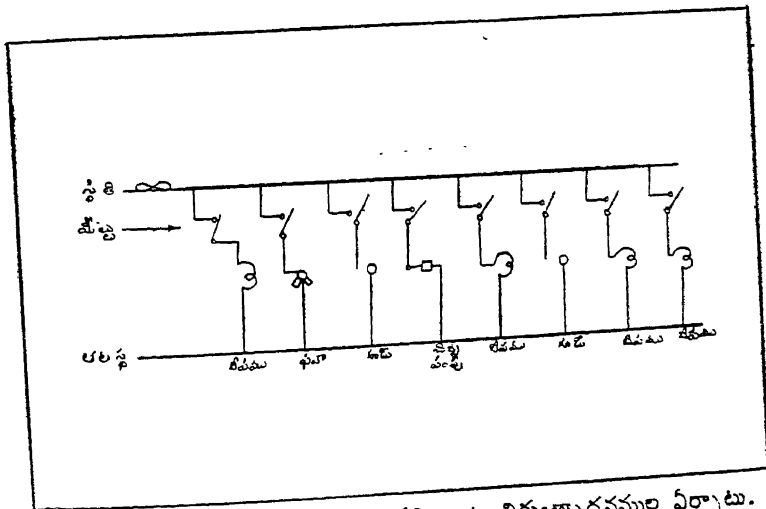
తక్కువ శక్త్య వినియోగదారునికి విద్యుచ్ఛక్తి నిచ్చుటకు ఆ వినియోగదారుని దగ్గరగా నున్న స్తంభము వద్ద నుండి వినియోగదారుని కట్టడము నకు విద్యుద్బంధక తొడుగుగల సేవాతంత్రులు (Insulated service wires) వేయబడి వినియోగ తంత్రులకు స్తంభముపై అమర్చబడిన రక్షకవత్తుల (aerial fuses) ద్వారా కలుపబడును. వినియోగ దారుని స్థలములో ఒక పంపిణీ ఫలకము (distribution board) అమర్చబడి దానిపై విద్యుత్ సంస్థ వారి యినుప తొడుగు గల రక్షక వత్తులు (ironclad cutouts) అమర్చబడి, బయటనుండి రాగబడిన సేవాతంత్రులు వీటికి కలుపబడును. వీటి తరువాత, విద్యుచ్ఛక్తి మాపకము (energy meter) అమర్చబడి దాని తరువాత వినియోగ దారుని ముఖ్య మీట (main switch) ఉండును. ఈ మీట తరువాత, వినియోగదారుని విభాగ రక్షక వత్తులు (section fuses) అమర్చబడి, వినియోగ దారుని ఉపయోగ స్థలములోని వివిధ భాగములకు తంత్రులు రాగబడి వాటికి దీపములు, పంఖాలు, యితర సాధనములు వాడటకు వీలగు గూడులు (Sockets) కలుపబడును. వినియోగ దారుని స్థలములో పడివ్వమైన భౌమిక (Earth) మును ఏర్పాటు చేసి తటస్థ తీగను, పంపిణీ ఫలకముపై అమర్చబడిన సాధనముల చాతు శరీరములను (metal bodies) వినియోగదారుని గృహములో వేయబడిన భూ తంత్రాని దీనికి కలుపవలయును. ఈ భూ తంత్రాని గూర్చి తరువాత విపులంగా చెప్పబడినది. ఈ ఏర్పాటు ప్రక్రియలలో ఏకరేఖాపటములో చూపబడినది. పై పటములో ఏకస్థితి సేవకలయిక (single phase service connection) చూపబడినది. త్రైస్థితి కలయికలో మూడు స్థితి తీగెల నుండి కలయిక ఉండును. పెద్ద వినియోగ దారుల విషయములో మీట బయట విద్యుద్ద్రవ్య విచ్చేదని ఉండును. వినియోగ దారుని ప్రదేశములో వాడబడు తంత్రులన్నియు విద్యుద్బంధకపు తొడుగు కలవిగా (insulated) ఉండవలయును.



బిగించి ఆ సాధనపు మీటను స్థితితీగెకును సాధన మునకును మధ్యగా బిగింపవలయును. అనగా మీటను తెరచినప్పుడు సాధనము, స్థితితీగె నుండి వేరు చేయబడ వలెను. అప్పుడు సాధనమునకు వచ్చు తీగెంలో విద్యుదావేశము ఉండక, వాటిని అవసర మైనప్పుడు బాగుచేయ వీలగును. ఒక్కొక్కప్పుడు యీ మీటను-సాధనమునకును తటస్థతీగెకును మధ్య బిగించుట జరుగును. అప్పుడు మీటను తెరచినప్పుడు విద్యుద్వలయము భేదింప బడుటవల్ల సాధనము పనిచేయదు; కాని, సాధనమునకు వచ్చు తీగెలను మార్చుటకు కాని, సరిగా బిగించుటకు గాని వాటికొన యను ముట్టుకొనయెడల సాధనమువరకు విద్యుత్ శక్తి ఉండుటచే, ముట్టుకొనిన వ్యక్తి ద్వారా, భూమికి విద్యుద్వలయము పూర్తికాబడి, ఆ వ్యక్తి విద్యుద్భార మునకు గురియగును విద్యుద్దీపములు మార్చు నప్పుడు, ఆ దీపమును బిగించు గూడు (Holder)లో విద్యుత్తంత్రీ పట్టు సడలుట వలన, తీగె ఆ గూటి దేహమునకు తగిలియుండి, ఆ గూడు విద్యుదావేశ మునకు గురియై, దీపమును మార్చు వ్యక్తి విద్యుద్భార మునకు గురియైన సందర్భములెన్నో ఉన్నవి. అందుచే విద్యుత్ సాధనముల మీటలు, ఎప్పుడును

తీగవైపు ఉండేటట్లు జాగ్రత్తగా చూచు కొనవల యును. ఏకస్థితి వినియోగదారుని స్థితి (Single Phase Consumer) గృహములో విద్యుత్ సాధనములను ఏర్పాటు చేయు విధము (ఒక విభాగమునకు) ఈ పుట ౬ గువ ఏకరేఖా పటములో చూపబడినది. చూ : పటము ౪.

వినియోగదారుని వసతిలో వేయబడు తంత్రీ ఏర్పాటుకు (Wiring) సరియగు విద్యుచ్ఛింఛకపు తొడుగు (Insulation), భారమునకు తగిన స్తోమత (Capacity) కలిగిన తంత్రులను ఎన్నుకొనవలయును. చౌకరకపుతీగెలను వాడినప్పుడు పై విద్యుద్బంధకపు తొడుగు తక్కువ కాలమునకే పాడై పోవుటయే కాక, దాని వలన సంభవించు అనేక అవాతరములకు వినియోగదారుడు గురియగును. తటస్థతీగె ప్రకృతినే స్థితితీగె వేయబడుట వల్ల, విద్యుద్బంధకపు తొడుగు పాడై పోయి రెండు తీగెలు తగులుకొనుట వల్ల కాని, స్థితితీగె భూ సంపర్క మొందుటవల్లకాని విద్యుత్ స్ఫులింగ ములు (Sparks) ఉద్భవించి అగ్ని ప్రమాదము సంభవించును. స్థితితీగె, తటస్థ తీగెను, నేరుగా తగిలినప్పుడు ఏర్పడు లోపము (Fault ను



పటము ౪. ఏకస్థితి వినియోగదారుని ఇంట విద్యుత్సాధనముల ఏర్పాటు.

హ్రస్వవలయము (Short Circuit) అందురు. రెండు స్థితితీగెలు నేరుగా కలిసినప్పుడు కూడ యిట్టి లోపమే ఏర్పడును స్థితి తీగెకు భూ సంపర్కము కలిగినప్పుడు భూ సంపర్క లోపము (Earth Fault) అని అందురు. ఈ లోపములు సంభవించినపుడు, విద్యుద్వలయములో ప్రవాహమును ఉండవలసిన స్థాయిలో ఉంచు నిరోధము (Resistance) లేక ప్రవాహస్థాయి హద్దుకు మించి అధిగమించి, ఆ విభాగమునకు ఏర్పాటు చేయబడిన రక్షక వత్తి (Safety Fuse) అమితంగా వేడెక్కి కరగిపోవుటవల్ల, విద్యుద్వలయము చేదినబడి లోపపు విభాగము (Faulty Section) విద్యుద్ద్రహితమగును. ఈ విధముగా రక్షక వత్తులు అపాయ నిరోధకములుగా పనిచేయును. అందు చేతనే రక్షణ వత్తులు వాడునప్పుడు, అవి రక్షణ చేయవలసిన విభాగములోని విద్యుత్ భారము, బట్టి, సరియగు స్త్రోమత గల తీగెను వాడవలయును. ఎక్కువ స్త్రోమతగల తీగె కాని, ఏదో ఒక తీగెను కాని, వాడినపుడు లోపపరిమయములలో రక్షణ వత్తి పని చేయదు. దానివలన అపాయములు సంభవించును.

ప్రతి వస్తువుకు కొంత విద్యుత్ నిరోధము (Resistance) ఉండును. అదే విధముగా మానవ శరీరమునకు కూడ ఉండును.

విద్యుత్ ప్రవాహమునకు రెండు సమానాంతర మార్గములున్నప్పుడు ఏ మార్గములో నిరోధము తక్కువగా ఉండునో అటు ఎక్కువగా ప్రవహించును. అందుచే వినియోగదారు వసతిలో తంత్రి ఏర్పాటునందు ఒక ఇనుపతీగెను కూడ మిగిలిన తంత్రిలలో పాటు లాగి అన్ని సాధనముల శరీర భాగములను (అనగా మామూలుగా విద్యుత్ శక్తి లేకుండా శూన్య శక్తిలోనుండు భాగములు) యీ తీగెకు కలుపవలయును. ఈ తీగెను భూతంత్రి అని అందురు. విద్యుత్ గూడులు (Sockets) వాడు చోట్ల, మూడు రంధ్రముల గూడులను వాడ

వలయును. రెండు రంధ్రములకు స్థితి, తటస్థ తంత్రిలు కలుపబడి ఉండును. మూడవ దానికి భూ తంత్రి కలుపబడును. ఈ గూడును ఉపయోగించి వాడు సాధనములకు కూడ మూడు మేకులు గల మూత (Three Pin plug)ను ఉపయోగించి, మూడు తీగెలు గల సంయుక్త విద్యుత్ తంత్రిని వాడి మూడవ తీగెను, అనగా భూ తంత్రికి కలుపబడు తీగెను, సాధనపు శరీరమునకు కలుపవలయును. దీనివలన ఏ కారణంగానైన సాధనమునకు ప్రవహించు విద్యుత్, సాధన శరీరమునకు సోకినచో, శరీరము భూ తంత్రికి కలుపబడి ఉండుటచే విద్యుత్తు భూమికి ప్రవహించి, ఆ సాధనమును లాకిన మనుష్యునికి విద్యుద్భాతము తగులదు. దీనికి కారణము మానవ శరీరము భూ తంత్రి కంటె ఎక్కువ నిరోధము (Resistance) కలిగి ఉండుటయే. ఈ భూ తంత్రి మానవ శ్రేణిమునకు రక్షణకు ఏర్పాటు చేయబడినందువల్ల, యిది పూర్తి రక్షణ యివ్వగలుగుటకు యిది కలుపబడిన భౌమికము (Earth) సమర్థంగా ఉండవలయును. ఒక్కొక్కప్పుడు నీటి గొట్టములను భౌమికములుగా వాడుదురు. కాని యిది అంత శ్రేణి కరమైనది కాదు విడిగా భూమిలో తుత్తునాగపు పూత కలిగిన ఉక్కు గొట్టమును (ఒకటి లేక ఒకటిన్నర అంగుళముల వ్యాసము కలది) సుమారు ఆరడుగుల మేరకు దింపి దాని చుట్టు, బొగ్గు ఉప్పువేసి అది పప్పుడూ తడిగా ఉండేటట్లు చూడవలయును. వినియోగదారుని యింటియందుకాని, కర్మాగారము నందుగాని విద్యుద్వినియోగము చేయు ఏ చోటనైన అన్ని విద్యుత్ సాధనముల శరీర భాగములను భూతంత్రికి కలుపవలయును. ఏ సాధనమునైనను, బాగుచేయుటకు కాని, మరి ఏ యితర పనిచేయవలసినప్పుడు కాని, ప్రధాన మీటను తెరిచి, ఆ విభాగపు రక్షక వత్తిని పైకి తీసి, తరువాత పని చేయుట శ్రేయస్కరము. పనిచేయు వ్యక్తి కాలికి

రబ్బరు పాదరక్షలు, కొన్నిచోట్ల చేతికి రబ్బరు తొడుగులు, వాడుట మంచిది.

ఒక వ్యక్తి విద్యుత్ శక్తిగల తంత్రిగాని సాధనమును కాని పట్టుకొన్నందువల్ల విద్యుద్ధాతమునకు గురియైనప్పుడు ఆ వ్యక్తి పట్టునండి ఆ తీగను కాని సాధనమును గాని తప్పింప నంత వరకు ఆ వ్యక్తి కూడ విద్యుత్ శక్తి కలిగి అతనిని తగిలినవారికి కూడ విద్యుద్ధాతము తగులును. అటువంటిప్పుడు సరియైన మీటను నొక్కి, విద్యుత్ ప్రవాహమును ఆపుచేసికొని - అది సాధ్యము కానిచో ఏదైన విద్యుద్బంధకపు వస్తువుచే విద్యుద్ధాతమునకు గురియైన వ్యక్తి పట్టునుండి విద్యుత్ తంత్రిని లేక సాధనమును తప్పించి - ఆ వ్యక్తికి విద్యుత్ శక్తిలేకుండా చేసి, తదుపరి అతనికి ప్రథమ చికిత్స చేయవలయును.

విద్యుచ్ఛక్తి ఎంత ఉపయోగమైనదో అంత ఆపాయమైనది కూడాను. తగిన జాగ్రత్తలు తీసుకుని విద్యుచ్ఛక్తిని వాడుకొనిన యెడల, అంత నమ్మకమైనట్టియు, సామర్థ్య వంతమైనట్టియు, సౌంధ్యమైనట్టియు, శక్తి మరియొకటిలేదు.

మానవాళి నిత్యజీవితములో అన్ని రంగములలోను విద్యుచ్ఛక్తి ఉపయోగింపబడుచున్నది. పరిశ్రమలలోను, వ్యావసాయక రంగంలోనూ, వాణిజ్య సంస్థలలోనూ, రైల్వే, టెలిఫోను, రేడియో, టెలివిజన్ మొదలగు సౌకర్యములకును, గృహములలోనూ, మిగిలిన యితర రంగములన్నిటి యందును విద్యుచ్ఛక్తి ముఖ్యావసరమై ఉన్నది. ఈ వినియోగముల నన్నింటిని గూర్చి యిచ్చట వివరించుట కష్టసాధ్యము. అందుచే కొన్ని ముఖ్యములు మాత్రము క్లుప్తముగా యివ్వబడినవి.

(i) విద్యుద్దీప గోళము (Electric Bulb):

లోహపు తీగెల ద్వారా విద్యుత్తు ప్రవహించినప్పుడు ఆ తీగెలు ప్రవాహమును నిరోధించుటచే అవి వేడెక్కును. తీగెలు సన్ననైన కొద్ది నిరో

ధము ఎక్కువై, తీగె అత్యుష్ణత చెంది, నిప్పువలె కణకణలాడి కాంతిని ప్రసరించును. ఒక గాజు గోళములో టంగ్స్టన్ లోహ తంత్రులను యిమిడ్చి, గోళములోని గాలిని తీసివేసి ఆర్గాన్ వాయువుచేత నింపి విద్యుద్దీప గోళము చేయబడుచున్నది. వీటి విద్యుత్కార్య శక్తి లేక స్తోమత వాట్లలో యివ్వబడును. ఈ దీపములు 5, 15, 25, 40, 60, 100, 150, 200, 500, 1000 వాట్ల స్తోమతతో తయారుచేయబడును.

(ii) రసోత్సర్గ దీపము (Mercury Discharge Lamp):

గట్టి గాజుగొట్టములో అల్పప్రేషము నంచున్న ఆర్గాను వాయువు, కొద్ది పాదరసము ఉండును. గొట్టపు రెండు చివరల రెండు విద్యుద్దగ్రములుండును. ఈ గొట్టమును మరియొక గాజుగొట్టములో మూసి రెండు గొట్టముల మధ్య ప్రదేశము నిర్వాత మొనరింపబడుటచే, లోపలి గొట్టములోని పాదరసభావము తిరిగి ద్రవీభవించుటకు వీలు లేనట్టి తాపములో నుండును. రెండు విద్యుద్దగ్రముల మధ్య విద్యుత్ప్రేషము కలిగించినపుడు ఆక్తడి వాయువులు అయనీకరణము చెంది గొట్టముగూడా ఒక అగ్రము నుండి రెండవ అగ్రమునకు విద్యుత్ ప్రసారము జరుగుటచే దీపము వెలుగును.

(iii) స్ఫోరక దీపము (Flourescent Lamp):

ఒక పొడవైన గాజుగొట్టము రెండు చివరలను రెండు టంగ్స్టన్ తీగచుట్టలు విద్యుద్దగ్రములుగా నమర్చబడును. ఈ చుట్టలను వేడిచేసినప్పుడు ఎలక్ట్రాన్లను విసర్జించు సామర్థ్యము అధికము అగుటకు, వీటిపై ప్రత్యేక ద్రవ్యము పూయబడి యుండును. గొట్టమునకు లోపలివైపు స్ఫోరక ద్రవ్యము పూయబడి ఉండును. గొట్టములో అల్ప ప్రేష ఆర్గాన్ వాయువుతో పాటుగ కొద్దిపాదరసము కూడ ఉండును. తీగచుట్టల చుట్టను సంరక్షించుచు,

అవసరములేని అయానులను, ఎలక్ట్రాన్లను మ్రింగి వేయు ధన ధృవములుండును గొట్టము ద్వారా విద్యుద్దళయమును పీట నొక్క పూర్తిచేయగానే, తీగచుట్టలలో విద్యుత్తు ప్రవహించి వాటిని వేడి చేయును. దీనివలన ప్రతి విద్యుద్దగ్రము చుట్టునూ ఒక ఎలక్ట్రాన్ ప్రాకారము ఏర్పడి విద్యుత్ప్రవాహమును విచ్చిన్నము చేయును దీనితో తృణికాలములో గొట్టపు రెండు చివరల నున్న విద్యుద్దగ్రముల మధ్య, ఆత్యధిక శక్తుల ఉత్పన్నమొకటి ఉద్భవించును. దీని వలన విద్యుద్దగ్రము వేడెత్తును. ఈ విద్యుదుత్పన్నము వలన పాదరసము ఆవిరియై, ఉత్తేజితమై, వెలుతురును చిమ్మును. ఈ వెలుతురులో కంటి కగుపడని అతినీల లోహిత కిరణములు (Ultra violet rays) గొట్టములో పూయబడిన స్పృరక ద్రవ్యముపైబడి, దాని ను తేజింప చేయును. ఈ పూయబడిన స్పృరక ద్రవ్యమును బట్టి కాంతిరంగు ఉండును. వివిధ రంగుల కాంతుల స్పృరక దీపములను యీ విధంగా చేయుచున్నారు.

(iv) ఉష్ణతా పరికరములు :

ఏ లోహపు తీగలో నుండియైన విద్యుత్తును పంపినచో ఆ తీగ వేడెక్కునన్న గుణము ఆధారంగా, నికెల్ క్రోమియం తీగ చుట్టలను వాడి, యిండ్లయందు వాడు ఉష్ణ పలకములు (Hot Plates), విద్యుత్ కుంపట్లు, ఇత్త్రీపెట్టెలు, నీటిని వేడిచేయు బాయిలర్లు, మొదలగు అనేక పరికరములు తయారు చేయుచున్నారు.

ఇవిగాక విద్యుద్గంటలు, గడియారములు, బట్టలు ఉతుకు మిషన్లు మొదలగు అనేక ఉపయోగయుక్త సాధనములు, విద్యుత్ భ్రమణి(motor)ని ఉపయోగించు నీటి పంపునెట్టు, దాన్యపు హల్లర్, పిండిమర, వర్కుషాపు యంత్రములు మున్నగు నవి బహుళంగా వాడుకలో ఉన్నవి.

పారిశ్రామిక రంగంలో కొన్ని పరిశ్రమలకు అవసరమగు విద్యుచ్ఛక్తి పరిమితి క్రింద యివ్వబడినది.

### వివిధ గృహపరికరములకు విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగము

ఉపయోగము	విద్యుచ్ఛక్తి కిలోవాట్ గంటలలో
1. గడియారం (Electric Clock)	నెలకు 2
2. కాఫీ కషాయము (Coffee Percolator)	„ 8
3. పంఖ (Fan)	„ 7
4. వికిరణి (Radiator or heater)	గంటకు 1
5. గృహములలో వాడు చిన్న మోటారు (Domestic Motor)	నెలకు 1
6. ఇత్త్రీ పెట్టె (Electric Iron)	„ 5
7. దీపములు (Lights)	„ 10 - 15
8. రేడియో (Radio)	„ 7
9. శీతలీ కరణి (Refrigerator)	„ 35
10. బట్టలు కుట్టు యంత్రము (Sewing Machine)	„ 1
11. రొట్టె కాల్చు టోస్టర్ (Bread Toaster)	„ 8
12. గది శీతలీకరణి (Air Conditioner)	„ 40

వివిధ పంటలకు అవసరమగు, నీరు, మరియు, విద్యుచ్ఛక్తి

పంట	కాలము	నీరు పంటకు ఎకరాకు గాండ్లలో	విద్యుచ్ఛక్తి కిలోవాట్ గంట లో పంటకు ఎకరాకు.
1. చోళ్ళు	4	4, 80,000	240
2. రాగులు	8½	9 00,000	450
3. పొగాకు	8	9, 00,000	450
4. చెఱకు	10	80, 00,000	1500
5. అరటి	12	24, 00,000	1200
6. కూరగాయలు	6	18, 00,000	900
7. తమలపాకులు	86	72, 00,000	3600

వివిధ పరిశ్రమలకు అవసరమగు విద్యుచ్ఛక్తి

పరిశ్రమ	ఏకాంకము	విద్యుచ్ఛక్తి కిలోవాట్ గంటలో
1. ఉక్కు (Stell)	టన్నుకు	100 నుండి 200
2. ధాతు మిశ్రమం (Alloy Steel)	"	500
3. ఉక్కు గొట్టములు	"	700 - 800
4. ఫెట్రో మాంగనీసు	"	2800 - 3600
5. ఫెట్రో సిలికాన్	"	8000
6. అల్యూమినిం	"	17000 - 18000
7. అల్యూమినిం రేకులు, గొట్టములు	"	5000
8. నత్రజని ఎరువులు		
(i) విద్యుద్విశ్లేషణ పద్ధతి	"	14000 - 15000
(ii) బొగ్గు ఆధారంగా	"	8800
(iii) నేప్తా ఆధారంగా	"	2700 - 3000
9. ప్లాస్టిక్కు	"	£000 - 7000
10. వార్తా పత్రిక కాగితం	"	650
11. సబ్బు	"	200
12. పంచనార	"	80
13. వనస్పతి	"	220
14. వెన్న	"	800

## వివిధ పరిశ్రమలకు అవసరమగు విద్యుచ్ఛక్తి

పరిశ్రమ	ఏకాంకము	విద్యుచ్ఛక్తి కిలోవాట్ గంటలతో
15. సిమెంట్ (Cement)	"	80 - 140
16. నూలు వస్త్రములు	1000 మీటర్లు	487
17. సిగరెట్లు	10. లక్షలకు	200
18. (సిగార్) చుట్టలు	10. లక్షలకు	8100
19. జోళ్లు - బూట్లు	1000 జతలకు	472
20. జనుము	టన్నుకు	80

శ్రీ ఎ. ఆర్. యన్. రావు

## 270. విద్యుత్ ఆర్థిక వ్యవస్థ (Electricity Economics)

విద్యుత్ వినియోగములో రెండు అంశములు కలవు.

1. సామర్థ్య (Power) వినియోగము,

2. శక్తి (Energy) వినియోగము,

(1) సామర్థ్య కాలముల గుణకము, శక్తి. సామర్థ్యమును కిలో వాట్లలోను, శక్తిని కిలో వాట్ గంటలలోను కొలిచెదరు.

(2) విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగదారులు అవసరమైన సమయములలో, అవసరమైన మేరకు వినియోగించెదరు అందువలన విద్యుత్ సామర్థ్య ఆవశ్యకత రోజులో ప్రతిక్షణం మారుతుంటుంది. రోజులో హెచ్చు ఆవశ్యకతను శిఖర లేక గరిష్ఠ ఆవశ్యకత అనియు, తక్కువ ఆవశ్యకతను కనిష్ఠ ఆవశ్యకత అనియు, రోజంతటికీ సరాసరి ఆవశ్యకత సగటు ఆవశ్యకత అనియు అందురు. శిఖర (గరిష్ఠ), సగటు ఆవశ్యకతల నిష్పత్తిని అవసర నిష్పత్తి

(Load Factor) అందురు. విద్యుత్ సామర్థ్య ఆవశ్యకత కాలముల సంబంధమును సూచించే రేఖా చిత్రము ఆవశ్యకతా చిత్రము (Load Curve) అనబడును. దినవిద్యుత్ ఆవశ్యకత ఎదుటిపుటలోని చిత్రరేఖా పటము (Daily Load Curve) లో చూపబడినది. ఉత్పాదన వ్యవస్థకు (System) అవసర నిష్పత్తి ఉన్నట్లే ప్రతి వినియోగదారునకు కూడ ఉపయోగ నిష్పత్తి ఉంటుంది.

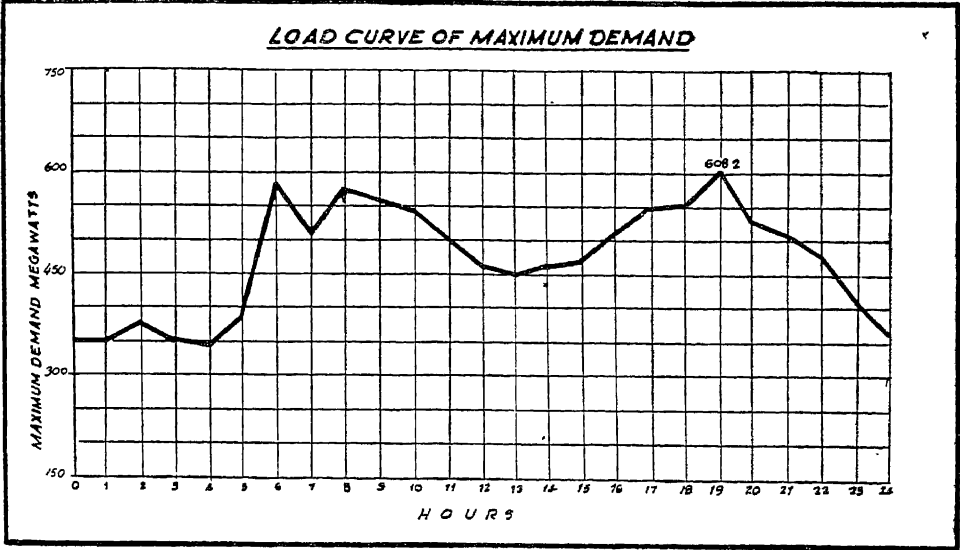
విద్యుత్ ఆర్థిక వ్యవస్థలోని రెండు అంశములు :

(1) విద్యుదుత్పత్తి మరియు సరఫరా పంపిణీలకు ధర నిర్ణయం.

(2) వివిధ రకముల వినియోగముల మధ్య తారతమ్య ధరల నిర్ణయము.

ఈ అంశములు రెండూ పై ఆవశ్యకత రేఖా చిత్రముపై ఆధారపడి ఉండును. విద్యుదావశ్యకతలో





జరిగే, మార్పులను, ప్రతిక్షణం గమనించుచూ విద్యుదుత్పాదన యంత్రములు పనిచేయును. ప్రతిక్షణం ఉత్పాదన వినియోగములు సరితూగును. పరిమిత (Optimum) వ్యయంతో వివిధ విద్యుత్ (జల, ఉష్ణ మరియు కేంద్రక) కేంద్రములను స్థాపించి, ఉత్పాదన ఆవశ్యకతలు సరితూగునట్లు చూడవలెను

విద్యుదుత్పాదన సరఫరా, పంపిణీ వీటి ధరలలోని వివిధ అంశములు;

(1) ఉత్పాదన కేంద్ర మరియు సరఫరా పంపిణీ సాధనములకై పెట్టిన పెట్టుబడిపై వడ్డీ.

(2) ఈ సాధనముల పెట్టుబడిపై తరుగుదల (Depreciation) అనగా వీటి ఆయుఃపరిమితి తరువాత తిరిగి కొత్త సాధనములు సమకూర్చు కొనుటకు కావలసిన నిధికి ఏటా కట్టే చందా.

(3) ఇంధనము, లూబ్రికేషన్ నూనెలు ఇతర ఖర్చు కాబడు వస్తువుల (Consumables) పై వ్యయము.

(4) సిబ్బంది వేతనాలు, భత్యములు అదనపు యంత్ర భాగముల పై వ్యయము.

(5) మరియే మూలనిధికైనా కట్టే సాలుసరి చందా (Genral Reserve).

పై వాటిలో 1, 2, 5 లను నిర్ణీత వ్యయము (Fixed charge) అని 3, 4 లను మారే వ్యయమని అందురు. సాలీనా పై వివిధ అంశములపై చేసిన మొత్తము వ్యయమును ఆ సంవత్సరములో ఆ కేంద్రము లేక కేంద్ర సమూహములో తయారైన శక్తి యూనిట్లతో (అనగా కిలో వాట్ గంటలతో) భాగించి యూనిట్ వెలను కనుగొనవలెను. ఉత్పాదన కేంద్ర సమూహము నుండి తయారయ్యే యూనిట్ ధర కనిష్టముగ నుండవలెను. ఇందుకు జల మరియు ఉష్ణ లేక కేంద్రక విద్యుత్ కేంద్రముల ఆవశ్యకత చిత్రము ననుసరించి ఒక నిష్పత్తిలో ఏర్పాటు చేయవలెను. జల విద్యుత్ ఉత్పాదన కేంద్రములో నియంత్ర సామర్థ్యము వృద్ధిచేయుటకు కావలసిన అదనపు పెట్టుబడి తక్కువ. ఎందువలన, ప్రవాహ జల విద్యుత్ సాధకములోని ముఖ్య భాగములైన అడ్డకట్ట మరియు జల వాహక వ్యవస్థ వీటికి అయ్యే ఖర్చులో యంత్రశక్తిని బట్టి మార్పుండదు. ముఖ్య జలాశయము నుండి అదనపు

నీటి గొట్టములు, ఉత్పాదన కేంద్రములో అదనముగా యంత్రములు నెలకొల్పి కేంద్రము నుండి హెచ్చు సామర్థ్యమును తక్కువ కాలమునకు పొందవచ్చును. అందువలన అదనపు పెట్టుబడి యంత్ర సామర్థ్య వృద్ధితో పోల్చిన చాలాతక్కువ. ఈ అదనపు పెట్టుబడిపై సాలీరా వడ్డీ తక్కువగుటయే గాక తరుగుదల నిధిలో పొదుపు కూడా ఉండుటవలన, జల విద్యుత్ యంత్రములు తక్కువ అవసర నిష్పత్తిలో పని చేసినప్పటికీ వాటిలో ఉత్పన్నమైన యూనిట్ ధరలో పెరుగుదల తక్కువ అగును. అందుచే జల విద్యుత్ కేంద్రములను రేఖా చిత్ర ఉపరితలములోని అవశ్యకతకు సరితూగునట్లుగా పనిచేయించెదరు. అవశ్యకతలోని మార్పులను జల విద్యుత్ కేంద్రములు సులభముగా అనుసరించ గలవు. ఉష్ణ విద్యుత్ ఉత్పాదన కేంద్రములను స్థాపించుటలో ప్రతి కిలో వాట్ కయ్యే వ్యయములో మార్పుండదు. హెచ్చు సామర్థ్యమునకై కావలసినంత సరితూగు వ్యయము చేయవలె. ఈ విద్యుత్ కేంద్రములలో అదనపు వ్యయము, అందువలన దానిపై సాలీరా అయ్యే నిర్ణీత వ్యయం హెచ్చుగా నుండును. ఈ కేంద్రములను తక్కువ కాలము నడిపి, తక్కువ యూనిట్లను పొందినచో హెచ్చు నిర్ణీత వ్యయము వల్ల యూనిట్ ధర బాగా పెరుగును. అందువలన చాలా దుబారా అగును. సాంకేతికముగా కూడా ఈ యంత్రముల ఉత్పాదన సామర్థ్యము మార్పు లేకుండా నిర్ణీత సామర్థ్యముతో నడుపవలెను. అందువలన ఉష్ణ మరియు కేంద్రక విద్యుత్ కేంద్రములను రేఖా చిత్రములోని క్రింది భాగములో నిశ్చిత అవసరములను సరఫరా చేయనట్లు నడుపవలెను. ఈ విధముగా జల విద్యుత్ కేంద్రములను, ఉష్ణ విద్యుత్ కేంద్రములను అవసర నిష్పత్తి ననుసరించి నెలకొల్పి వాటిని నడుపుటచే యూనిట్ ధరలో పొదుపు పొందవచ్చును.

వినియోగదారులకు ధర నిర్ణయం :

పైన విశదీకరించినట్లు, యూనిట్ తయారీ మరియు పంపకం ధర పైనను మొత్తము అమ్మకము జరిగే విద్యుత్తు పైనను ఆధారపడి విద్యుత్ సంస్థకు రావలసిన ఆదాయము ఉండును. ఈ సాలీసరి ఆదాయమును వివిధ రకముల వినియోగదారుల నుండి, యూనిట్ల ధర రూపముగ రాబట్టవలెను. ఒక నిర్ణీత సామర్థ్యమునకు ఎక్కువ యూనిట్లు శక్తి వినియోగ పరచినపుడు, వాటిపై తలసరి నిర్ణీత వ్యయము తగ్గును. అందువలన ఉపయోగ నిష్పత్తి హెచ్చుగానున్న వినియోగమునకు యూనిట్ ధర తగ్గించవలెను. కొన్ని పరిశ్రమలు హెచ్చు విద్యుత్ వినియోగము చేయును (అల్యూమినియం, ఎరువులు, మొదలైనవి). వీటికి విద్యుత్ ధర వీలైనంత తక్కువ ఉండవలెను. ఇట్టి పరిశ్రమలకు విద్యుత్ అమ్మకము సాధారణ యూనిట్ ధరకంటె ద్విభాగ ధర (two part Tariff) లాభదాయకము. ద్విభాగ ధరలోకిలో వాట్ల సామర్థ్యమునకు, శక్తి యూనిట్లకు వేర్వేరు ధరలు నిర్ణయించబడును. సామర్థ్యమునకు నిర్ణయించే ధర నిర్ణీత వ్యయం పైనా, శక్తికి నిర్ణయించే ధర ఇంధనము మొదలగు వాటిపై మార్పుచెందే వ్యయం పైనా, నిర్ణయించబడును. హెచ్చు శక్తిని ఉపయోగించు వినియోగదారులు తక్కువ మొత్తపు ధరకు విద్యుత్ సరఫరా పొందెదరు. అదే విధంగా అతితక్కువ వినియోగదారులకు (ఉదాహరణకు గృహములకు) ధరలు హెచ్చించవలెను. మరియు సాంఘిక ప్రయోజనముల దృష్ట్యా కొన్ని రకముల వినియోగములకు తక్కువ ధరకు విక్రయించవలసి వచ్చును; ఇందుకు ఉదాహరణలు : వ్యవసాయము, గృహ లేక చిన్న తరహా పరిశ్రమలు. మరికొన్ని వినియోగములకు ఎక్కువ ధర నిర్ణయించవలెను; ఇందుకు ఉదాహరణ సినిమాలు, దుకాణములు. అవశ్యకత తక్కువగల కాలములో

ఉత్పాదన యంత్రముల సామర్థ్యములో మిగులు ఉండును. అట్టి సమయములలో తక్కువ ధరకు శక్తిని సరఫరా చేసి అమ్మకము పొచ్చు చేసి, రాబడిని పెంచవచ్చును. వీటన్నింటిని దృష్టిలో ఉంచుకొని తారతమ్య ధరలను నిర్ణయించి, యూనిట్ విక్రయ సగటు ధరను, యూనిట్ ఉత్పా

దక పంపకము సగటు వ్యయమునకు సరితూగునట్లు చేయవలయును. మరియు ఇంధనపు ధరలు పెరుగుట వలన ఆయ్యే అదనపు ఖర్చు ఇంధనపు అదనపు ధర (Fuel Surcharge) మూలముగా రాబట్టవలెను.

డి. వి. బి. పురుషోత్తమ్.



## 271. ఎలక్ట్రానిక్స్ - సంకేత యాంత్రిక శాస్త్రము (Electronics and Communication Engineering)

ఉ పో ధ్వా త ము :

ఇరువదియవ శతాబ్దమును “ఎలక్ట్రానిక్స్ యుగ” మని చెప్ప వచ్చును. ఎలక్ట్రానిక్స్, యింజనీరింగ్ లో ఒక శాఖగా అభివృద్ధి చెందినది. ఈ శాస్త్రము విద్యుత్ తరంగ జనిత (Emitting) లేక శోషిత (Absorbing) పరికరములను తయారు చేసి, ప్రయోజనకరములుగా చేయుటకు సంబంధించినది. ఉదాహరణకు అట్టి పరికరములు ఎలక్ట్రాను ట్యూబులు, కెథోడ్ రే ట్యూబులు, వీటితో కూడిన సర్క్యూట్లు. ఇట్టి శాస్త్రానువర్తిత సాధనముల (Applications) సహాయమున ఎలక్ట్రానిక్స్ ను చక్కగా అర్థము చేసికొన వచ్చును.

చరిత్ర :

ఎలక్ట్రాను ట్యూబు యొక్క అభివృద్ధి ఉష్ణ, విద్యుత్ కిరణ ఉద్గారము (Ray emission) ల యొక్క భౌతిక పరిశీలనముల నుండి జరిగినది. వేడిచేసిన లోహపుగుండు నుండి స్వచ్ఛంద (Spontaneous) కిరణోద్గారమును, ఎలక్ట్రోస్టాక్ సహాయమున ప్రప్రథమముగ గమనించినది ‘ప్రెడ్రిక్ గోత్రి’ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు. 1880 సం॥లో ‘జూలియన్ ఎల్ సర్’; ‘హెచ్.ఎఫ్.గీబెల్’ ‘థామస్ ఆల్వా ఎడిసన్’లు, స్వతంత్రముగ పరిశోధించి మరియొక పద్ధతిలో ఎలక్ట్రాన్ ఉద్గారమును కను గొనినారు. వీరి ప్రయోగములో, రెండు విద్యుదా వేళములు గల శూన్యనాళికలోనికి ఎక్కువ వోల్టేజి గల విద్యుత్ప్రసారము చేసిన, వేడి ఫిలమెంటు

నుండి ఒకే దిశలో, చల్లని లోహపు ఫలకము పైపు నకు ఎలక్ట్రాను ఉద్గారము జరుగుతుంది. 1887 సం॥ లో హెర్బర్ట్ అనే శాస్త్రవేత్త, విద్యుత్ ఫలకము మీదికి కాంతిని ప్రసరింప చేసినపుడు, ఎలక్ట్రాను ఉద్గారము జరుగునని కనుగొనినాడు. 1888 సం॥లో విలియమ్ వాలన్ ఎ.జి సోల్ బోర్ యీ కాంతి విద్యుత్కిరణోద్గారమును ఋణ విద్యుదావేశిత విద్యుత్కణ ప్రసారముగా ప్రయోగాత్మకముగ నిరూపించినారు. నర్ జె. జె. థామస్ 1897లో యీ కణములను నిశ్చిత ద్రవ్యరాశి, విద్యుదావేశము గలవిగా నిరూపించెను. 1900 సం॥ ప్రాంతములో జె.ఎ. ఫ్లెమింగ్ ఏకాంతర విద్యుత్తును ఋణ విద్యుత్తుగ మార్చుటకు “ద్వి విద్యుదావేశిత సాధనము” (Diode) ను తయారు చేసినాడు. 1906 సం॥లో లీ డి పారెన్సు “గ్రిడ్” “కేథోడ్” “కలెక్టర్” లతో హ్రస్వ విద్యుత్ స్పంకేతములను, దీర్ఘ విద్యుత్ స్పంకేతములుగా బహు గుణీకరించు పరికరము ట్రియోడ్ - (Triode) విద్యుదావేశిత సాధనమును-కనుగొనినాడు. ఎలక్ట్రానింగ్ రంగములో అతి ముఖ్యమైన అభివృద్ధి 1948 సం॥లో బార్దీన్, బ్రాటన్, పాక్లీలు నిర్మించిన “ట్రాన్సిస్టరు” నిర్మాణముతో జరిగినది. దీనితో ఎలక్ట్రానిక్ పరికరముల పరిమాణము అత్యంత సూక్ష్మీకృతమైనది. ఇందువలన సంకేత ఉపగ్రహ (Satellite), ప్రయాణ ఉపగ్రహము (Space Craft) లలోని ఎలక్ట్రానిక్ పరికర

ములను ఉపయోగించుట సుకరమైనది. ఇందువలన తెలిమెట్రి, దృశ్య, మరియు ఇతర విధ సంకేతములను బాహ్య రోదనికి పంపుట, గ్రహించుట మరియు సులభ సాధ్యమైనది.

ఆధునిక కాలమున యీ శాస్త్రాభివృద్ధి ఫలితముగ, రేడియో తరంగ సహాయమున, సుదూర ప్రదేశముల నుండి వచ్చు సంకేతముల గ్రహించగలుగుట, ప్రసారము చేయగలుగుట నిత్య కృత్యమైనది. అంతే గాక టెలివిజన్ అభివృద్ధి నిర్మాణమునకు ఇది మరింత దోహదకారియైనది.

ప్రస్తుతాంశమున ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములను ఏడు భాగములుగా విభాగించి పరిశీలించుట జరిగినది. ఈ వర్గీకరణములు సిద్ధాంత పరము (Theoretical) గను అనువర్తనపరము (Applied) గను ఎలక్ట్రానిక్

పరికరములను క్లుప్తముగా వర్ణించును. ఈ ఏడు భాగములు ఈ క్రింద పొందుపరచబడినవి.

1. ఆధునిక అభివృద్ధ్యాంశములతో నేటి ఎలక్ట్రానిక్స్ (Electronics including Modern Advances)
  2. రేడియో ఇంజనీరింగ్.
  3. టెలివిజన్ ఇంజనీరింగ్.
  4. రాడార్.
  5. కంప్యూటర్లు.
  6. ఉపగ్రహ సహాయ సాంకేతిక సంబంధములు (Satellites Communication).
  7. టెలిగ్రఫీ, టెలిఫోనీ, వాహక కరెంటు (Carrier Current) యాంత్రిక శాస్త్రము.
- ఆచార్య గం. సుబ్రహ్మణ్యం.

## 272. టెలిగ్రాఫు (తంతి ప్రసారము)

దూర వార్తా ప్రసార విజ్ఞానమునందు, తంతి ప్రసార విధానము అతి పురాతనమైనది. గ్రీకు భాషయందు 'టెలి' అనగా సుదూరము; 'గ్రాఫోస్' అనగా లేఖని, దూరముగా ఉన్న ప్రదేశములకు లిఖిత సందేశములను అందజేయు విధానమును 'టెలిగ్రాఫు' అందురు.

1558 లో తంతి ప్రసారమునకు నాంది పలుకబడెను. కాని 19 వ శతాబ్దమునందు విద్యుదయస్కాంతము కనుగొనబడినప్పటి నుండియే దీనిలో అభివృద్ధి వచ్చెను.

రికార్డింగ్ తంతి విధానమును మొదటగా ఉపయోగములోనికి తెచ్చిన మనత 'మోర్స్' కు దక్కినది. 1836 లో ఈయన తన నమూనాను న్యూయార్క్ విశ్వవిద్యాలయమున ప్రదర్శించెను.

తరువాత సంవత్సరమున ఈయన 'రిలే' ను రూపొందించెను. గేర్, వైల్ అను శాస్త్రజ్ఞుల సహాయముతో ఈయన తన విధానమును పెంపొందించి 'చుక్క - గీత' సంకేతములతో అన్ని అక్షరములకు, సంఖ్యలకు, విరామ గుర్తులకు అనువగు ఒక కోడ్ ను రూపొందించెను. చుక్క - గీతలను రికార్డుచేయు ఉక్కు కలమును కదుపు. 'లివర్' వ్యత్యాస కాలవిరామములు గల రెండు స్పృష్టమైన శబ్దములను చేయుట 1844 లో వైల్ చే గమనించబడెను. అప్పటినుండి శబ్దవిధానము అమలులోనికి వచ్చెను.

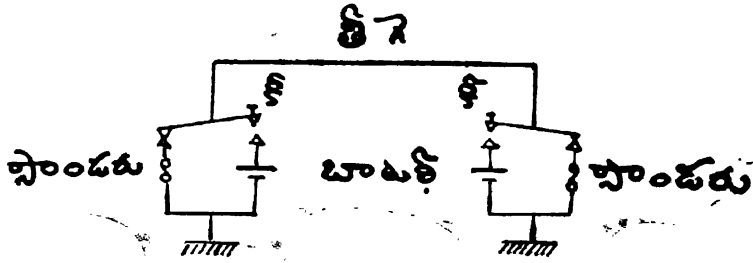
మోర్స్ కోడ్ నందు గీత (Dash) యొక్క కాల వ్యవధి, చుక్క (Dot) యొక్క కాల వ్యవధికి మూడు రెట్లు. చుక్క యొక్క కాల వ్యవధి ప్రసార వేగమును బట్టి మారుచుండును. మోర్స్ కోడ్ కు

కొద్ది మార్పులతో, జలాంతర్గత తేబిల్ తంతి విధానమునకు అనువగు 'తేబిల్ కోడ్' యాపొందింపబడెను వేర్వేరు అక్షరములకు, సంఖ్యలకు, విరామ గుర్తులకు, పై రెండు కోడులందును. చుక్క - గీతల మొత్తము సంఖ్య వేర్వేరుగా నుండును. అయిదు యూనిట్ల కోడునందు సమాన వ్యవధి గల 5 సంకేత మూలముల కలయికచే అక్షరములు, సంఖ్యలు విరామ గుర్తులు ఏర్పడును. ఈ కోడ్, డెలిప్రింటరునందు ఉపయోగింపబడుచున్నది.

పై అన్ని కోడులందును సాంకేతిక మూలములు మార్కింగ్, స్పేసింగ్, అను సంకేత స్థితులను

కలిగి యున్నవి. ఋజు విద్యుత్తు విధానములో విద్యుత్తు ప్రవహించుట మార్కింగ్ను, విద్యుత్ ప్రవహింపకుండుట స్పేసింగ్ను, తెలియజేయును. ధన విద్యుత్తు ఒక సంకేత స్థితికి, ఋజు విద్యుత్తు రెండవ సంకేత స్థితికి వాడుట అమలులో నున్న మరొక పద్ధతి. ఏకాంతర విద్యుత్తు అమలున ఉన్న విధానమునందు కంపన విద్యుత్తు ఉండుట, లేక పోవుట పై రెండు సంకేత స్థితులను తెలియజేయును.

తంతి ప్రసారము మొదట కేవలము మానవ ప్రేరితమై యుండెను. ఇట్టి విధానము పటము 1 లో చూపబడినది. ఇందు 'కీ' అను ప్రసారిణి,



పటము 1. తంతి ప్రసార విధానము

'సౌందరు' అను గ్రాహకము ముఖ్యమయినవి. రెండు అడ్డు కట్టల మధ్య ఒక ఇరుసుపై వలించు తులా దండమే 'కీ' ఒక స్ప్రింగు ఒత్తిడి వలన ఈ తులా దండము సాధారణముగ వెనుక అడ్డు కట్టను అనుకొని ఉండును. తులా దండము ముందుభాగమున అమర్చబడిన శాస్త్రము (Button) ను నొక్కినపుడు తులాదండమువెనుక అడ్డు కట్ట నుండి విడివడి, ముందు అడ్డుకట్టను అనుకొనును. సౌందరునందు ఒక ఆర్మేచరు, ఒక విద్యుదయస్కాంతము కలవు. తీగచుట్టయందు విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు ఏర్పడు విద్యుదయస్కాంతము, ఆర్మేచరును కదలించును. ఆర్మేచరు కదలునపుడు చుక్క - గీతల కనువగు శబ్దములు వచ్చును.

ఏదేని కేంద్రము నొద్ద 'కీ' నొక్క బడినంతనే కీ యొక్క ముందు అడ్డుకట్ట తంతిద్వారా బాటరీ లైనుకు కలపబడును. లైను నందు ప్రవహించు విద్యుత్తు రెండవ కేంద్రమువద్ద కీ యొక్క వెనుక అడ్డుకట్టకు కలుపబడియున్న సౌందరును పని చేయించును.

మానవ ప్రేరిత తంతి ప్రసారములందు, తంతి ప్రసారవేగము, నిర్దిష్టత, పనిచేయువాని శక్తికి పరిమితమై యుండును. స్వతశ్చలిత (Automatic) విధానములందు ఎక్కువ వేగము, మంచి నిర్దిష్టతతో బాటు వార్తలు యంత్ర సహాయమున, లిఖింపబడుట కూడ సాధ్యము.

స్వతశ్చలిత విధానమునందు డెలిప్రింటరు విహిత ప్రచారమునందు చున్నది. ఇందు ద్రైపు

రైటరులో వలె ఒక కీ బోర్డు కలదు. ప్రసార కేంద్రమువద్ద కీ బోర్డుపైన ఏ అక్షరమును పని చేయించిన, ఆ అక్షరమునకు సంబంధించిన మార్కింగ్, స్పేసింగ్, ఇంపల్స్లు లైనులో ప్రవహించి గ్రాహక కేంద్రమువద్ద అందుకొనబడి ఆ అక్షరమును ముద్రించును. తెలిప్రింటరువల్ల గల సుకరము తెలిక్స్ అనబడు ఎక్స్పెండి విధానమునకు దారి తీసెను. దీని వలన తెలిఫోను చందాదారులు ఒకరితో నొకరు మాట్లాడు కొనునటులనే, తెలిక్స్ చందాదారులు ఒకరికొకరు తమ తెలిప్రింటరుల ద్వారా లిఖిత పూర్వక వార్తలు పంపుకొనవచ్చును.

పై ఋష విద్యుత్తు తంత్రీ ప్రసార విధానములందు ఒకలైనుపై ఒకేమారు ప్రసారము అగు వార్తలు ప్రస్తుతము రెండునకు పరిమితమైయున్నవి. ఆవర్త విద్యుత్తు విధానము నుపయోగించు తంత్రీ ప్రసార విధానములందు ఒకలైను పై నొకేమారు 24 వార్తల వరకు ప్రసారము చేయుట వీలగును,

తంత్రీవిధానము ద్వారా ఒక వస్తువుయొక్క ప్రతిరూపమును ఒక చోటునుండి మరొకచోటుకు ప్రసారము చేయదగును.

పై తంత్రీప్రసార విధానములు అన్ని దేశములందును వాడుకలో నున్నవి. వివిధ దేశముల మధ్య వార్తాప్రసారము జలాంతర్గత కేబులుల ద్వారాగాని, లేడియో ప్రసారము ద్వారాగాని జరుగుచున్నది.

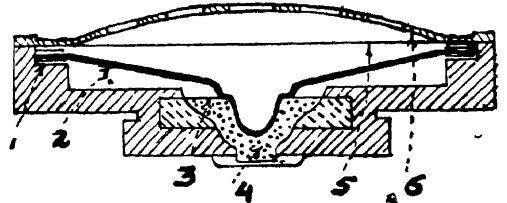
## 2. తెలిఫోను (దూరవాణి)

గ్రీకు భాషయందు 'తెలి' అనగా సుదూరము. 'ఫోనీ' అనగా మాట్లాడునది. దూరమునున్న ప్రదేశములకు వాక్కును ప్రసారము చేయు విధానమును దూరవాణి ప్రసారము అందురు.

విద్యుత్తుచే తంత్రీవిధానము వీలగునని కనగొనబడిన వెంటనే వాక్ ప్రసారమునకు కూడ విద్యుత్తు

నుపయోగించు ప్రయత్నములు ఆరంభమయ్యెను. 1837 లో పేజ్, 1854 లో చార్లెస్ బోర్ సెల్, 1871 లో ఫిలిప్ రైన్ అను శాస్త్రజ్ఞులు ఈ విధానమును రూపొందించుటకు చాల శ్రమపడిరి. 1876 లో అలెగ్జాండర్ గ్రాహమ్ బెల్ దూరవాణి విధానమును రూపొందించి పేటెంటు పొందెను.

దూరవాణి ప్రసారమునందు, తెలిఫోను ప్రసారిణి, తెలిఫోను గ్రాహకము ముఖ్య పరికరములు. 2 వ పటములో తెలిఫోను ప్రసారిణి చూపబడినది. ధ్వని తరంగముల తాకిడికి ప్రసారిణి ముందు భాగమున ఉన్న లోహపు రేకు కంపించి తద్వారా రేకుకు అనుకొని ఉన్న కార్బన్ రేణువుల

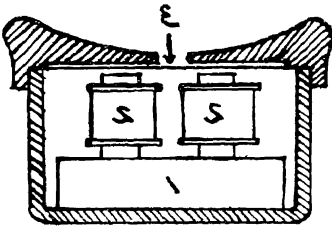


పటము 2. 'తెలిఫోన్' ప్రసారిణి.

1. కాగితపు చుట్టలు; 2. డయాఫ్రమ్; 3. మూత
4. కార్బన్ గ్రానములు; 5. నూనెకలని లుక్కపొర; 6. రక్షకవచము.

మధ్య ఒత్తిడి మారును. అందుచేత రేణువుల విద్యుత్తునిరోధము మారును. దీని వలన ఈ సాధనమునకు ఘటమును కలిపినపుడు వలయములోని విద్యుత్తు ప్రవాహము, ధ్వని తరంగములను అనుసరించి, మారుచుండును. ఈ విద్యుత్తు తీగల ద్వారా ప్రవహించి దూరమున నున్న గ్రాహకమును పని చేయించును.

పటము 3 లో గ్రాహకము చూపబడినది. ఇందు ఒక కాళ్ళెత అయస్కాంతము రెండుగా చూపబడినది ఒక విద్యుద్దయస్కాంతము, పలుచని ఇనుప డయాఫ్రమ్ కలవు. లైను నుండి వచ్చు విద్యుత్తును అనుసరించి విద్యుద్దయస్కాంత శక్తి మారి తదనుగుణముగ డయాఫ్రమ్ కంపించును.



పటము 8. టెలిఫోను గ్రాహకము.

1. శాశ్వత ఆయస్కాంతము. S. తీగచుట్ట.

ఓ. పలుచని ఇనుప డయాఫ్రమ్.

ఈ కంపనముల వలన శబ్ద తరంగములు పుట్టి మనకు వినబడును.

తొలుదొల్ల టెలిఫోను ఇద్దరు చందాదారుల మధ్య తీగెలను ఉపయోగించి సంభాషణ జరుపుటకు మాత్రమే ఉపయోగింపబడెను. టెలిఫోను కేంద్రములు ఉద్భవించిన తర్వాత పెక్కు చందాదారులలో, ఎవరు ఎవరితోనైనను, సంభాషించుటకు వీలగుచున్నది. టెలిఫోను కేంద్రములలో మానవ ప్రేరిత కేంద్రములు, స్వతశ్చలిత కేంద్రములు అని రెండు రకములు.

టెలిఫోను చందాదారులందరి నుండి తీగలు కేంద్రముల వద్దకు వచ్చును. మానవ ప్రేరిత కేంద్రములలో, కావలసిన చందాదారుల తీగలను ఆపరేటరులు కలుపుదురు. స్వతశ్చలిత కేంద్రములలో, కావలసిన చందాదారుల తీగలు విద్యుదయస్కాంత పరికరముల ద్వారా కలుపబడును. ఈ విధముగ చందాదారుల మధ్య సంభాషణ వీలగును.

మానవ ప్రేరిత కేంద్రములు ప్రస్తుతము కొద్ది మంది చందాదారులు కల ప్రదేశముకు పరిమితమై యున్నవి. స్వతశ్చలిత కేంద్రములు ముఖ్యముగా మూడు రకములు :- (1) అనిరేఖక (Non director) కేంద్రములు (2) నిరేఖక (Director) కేంద్రములు (3) క్రాస్ బార్ కేంద్రములు. క్రాస్

బార్ కేంద్రములు ఇప్పుడు ఎక్కువ ప్రచారము లోనికి వచ్చుచున్నవి.

దేశ వ్యాప్తముగా ఉన్న విధానములో చందాదారుల మధ్య సంభాషణను సుకరము చేయుటకై, దేశము కొన్ని జోనులుగా విభజింపబడెను. ఒక జోను నుండి మరొక జోనుకు వెళ్లి, వచ్చు పిలుపుల రద్దీని తట్టుకొనుటకు ప్రతి జోనుకు జోను కేంద్రము (Exchange) ఉండును. ప్రతి జోనును గ్రూపులుగా విభజించి గ్రూపుకొకటి చొప్పున గ్రూపు కేంద్రములను, ఆమర్చుదురు. రద్దీని బట్టి ఊరుకు గాని, పట్టణమునకు గాని, ఒకటి గాని, అంతకంటె ఎక్కువగాని కేంద్రములు ఉండును. చందాదారుని వద్దనుండి గ్రూపు ఎక్స్చేంజికి, గ్రూపు ఎక్స్చేంజినుండి జోను ఎక్స్చేంజికి, ఒకజోను ఎక్స్చేంజి నుండి మరొక జోను ఎక్స్చేంజికి లైనులు ఆవసరము

### 3. వాహక దూరవాణి పద్ధతి (Carrier Telephone System)

ఇందు లైనుయొక్క ప్రసార సామర్థ్యము అనేక రెట్లు పెరుగుచున్నది. ఒకే భౌతిక వలయమునందు అనేక టెలిఫోను స్రోతస్సులను ఏర్పరుపవచ్చును. వివిధ స్రోతస్సుల నుండి వచ్చు శబ్ద తరంగములను ఉపయోగించి వివిధ పౌనఃపున్యములు గల వాహకములను పరివర్తనము (Modulate) నొందింతురు. ఈ పరివర్తిత (Modulated) సంకేతములు అన్నియు ఒకే భౌతిక వలయముపై, దూరపు కొనకు ప్రసారితమగును. గ్రాహకము వద్ద వివిధములైన పరివర్తిత పౌనఃపున్యములు అన్నియు వేర్వేరు గ్రాహకములలోనికి తీసికొనబడి, అచ్చట విపరివర్తనము (Demodulate) నొంది, వినబడుటకు విస్తరింప బడుచున్నవి. ప్రసారక, గ్రాహక కేంద్రముల వద్ద బాండ్ పాస్ ఫిల్టరులు (Band Pass



**Filters**) వివిధ పరివర్తిత పౌనఃపున్యములను వేర్వేరు స్రోతస్సులుగా విభజించుచున్నవి. బలమును కోల్పోయిన సంకేతములను విస్తరించుట కొరకు రైనునందు అవసరమగు చోట్ల పునరుచ్చారకము (Repeater) లను ఉపయోగించుచున్నారు.

ఈ వాహక దెలిఫోను పద్ధతి ముందంజ వేయుటకు సహజక కేబుల్ (Coaxial Cable) నిజమైన కారణము. దీని మూలమున ఒకే కేబుల్ నందు, వందల కొలది స్రోతస్సులు లభ్యమగుచున్నవి.

విద్యుచ్ఛక్తి తంత్రీవాహక దెలిఫోను విధానము (Power Line Carrier Telephone System) కూడా అన్ని దేశములందును వాడుకలో నున్నది. విద్యుచ్ఛక్తి యొక్కయు, రేడియో తరంగముల యొక్కయు, పౌనఃపున్యములకు మధ్యస్థములగు పౌనఃపున్యములను వాహక పౌనఃపున్యములుగా ఇందు ఉపయోగించు చున్నారు. ప్రసారక, గ్రహక

కేంద్రముల నొద్ద అనువగు సాధకములను ఉపయోగించి విద్యుచ్ఛక్తి పౌనఃపున్యములు, వాహక పరికరములలోనికి జొరబడకుండునట్లు చేయుచున్నారు.

మూల గ్రంథములు :-

1. Telegraphy by J. W. Freebody. Pitman Publication
2. Telephony Vol.I-by J. Atkinson-Pitman Publication.
3. Telephony Vol.II-by J. Atkinson-Pitman publication.
4. Carrier Current Engineering by P. N. Dass - Modern Book Agency Pvt. Ltd, Culcutta.

అచార్య యన్. లక్ష్మీనారాయణ.

## 273. “రాడార్” (Radar)

రేడియో తరంగముల సహాయమున దూరపు వస్తువులను కనుగొన గలిగే సాధనము “రాడార్”. రాడార్ అనునది ఒక పదము కాదు. అది ‘Radio Detection And Ranging’ అను ఆంగ్ల పదముల ప్రథమాక్షర సముదాయము. 1886లో హెర్ట్జ్ (Hertz) అను శాస్త్రజ్ఞుడు రేడియో తరంగములను వస్తువులు చెల్లాచెదురు (Scatter) చేయగలవని కనుగొన్నప్పటి నుండియే యీ సాధనమునకు నాందివాక్యము పలుకబడినదని భావించవచ్చును. ప్రప్రథమముగా యీ భావనను 1924లో ఆయనావరణపు పొరల (Ionospheric Layer)

(78)

ఎత్తులను కనుగొనుటకు ఉపయోగించిరి. రాడార్ లో ఉపయోగించు సూత్రము మన కంఠరకు తెలిసిన ధ్వని-ప్రతిధ్వని వంటి సూత్రమే. ధ్వని తరంగముల వలెనే సూక్ష్మ రేడియో తరంగములు కూడా (ప్రతిధ్వని వలె) ప్రతిగమించుచే గాక, కాంతి వేగమునకు సమానవేగముతో పయనించ గలవు. కాబట్టి వస్తువు ప్రసారకేంద్రము నుండి ఎంత దూరమున నున్నదో గణింప సాధ్యమవుతుంది. వస్తువు ఎక్కువ దూరములో నున్న ఆ దిశలో వికిరణమైన తరంగములు తిరిగి కేంద్ర స్థానమునకు వచ్చుటకు రెట్టింపు కాలము పట్టును. దానిని బట్టి

దూరమున నున్న వస్తువులను, వాని స్థానములను కూడా నిర్ణయింప వచ్చును. ఈ విధముగ చేయవచ్చునని శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసినప్పటికిని దానిని వెలుగులోనికి తెచ్చి, ఒక రూపకల్పన చేసిన మనత ఇంగ్లీషు శాస్త్రజ్ఞుడు సర్ రాబర్ట్ సన్ వాట్ (Sri Robertson Watt)కు లభించినది. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధములో యీ యంత్రసాధనము వలననే ఇంగ్లాండువారు జర్మనీపై విజయము పొంద గలిగినారు.

రాడార్ తొలుతగా మిలిటరీ సాధనముగా రూపొందినను, ఆ తరువాతి కాలములో యిది ప్రజోపయోగ కరములైన ఎన్నో రంగాలలో ఉపయోక్తమైనది. ఉదాహరణకు, రాడార్ సాధనమువలన విమాన యానము సుకరమైనది ఈ సాధనము వలననే.

శాస్త్రజ్ఞులు వాతావరణ పరిస్థితులు చెప్పగలిగి, విపరీత పరిస్థితులను అధిగమించు మార్గమును చూపగలుగుచున్నారు; సువిశాల సముద్రాలలో పయనించే ఓడలు గమ్యస్థానము చేరుటకు, అపదలలో ఆదుకొనుటకు, యుద్ధ సమయములలో దేశపు సరిహద్దుల వద్ద నెల్చబడే యీ రాడారులు జవానులకు దోహదకారులుగా దేశరక్షణలో ఎనలేని సేవ చేయగలుగుచున్నవి.

ఉపయోగించు వివిధ పద్ధతులను బట్టి రాడారులను యీ క్రింది విధముగా విభజించ వచ్చును.

1. పల్పు రాడార్ (Pulse Radar)
2. నిరంతర తరంగ జనిత రాడార్ (Continuous wave radar)

దీనిలో మరి రెండు విధములు గలవు.

(i) పౌనఃపున్య భేదీకరణ రాడార్.

(Frequency modulation radar)

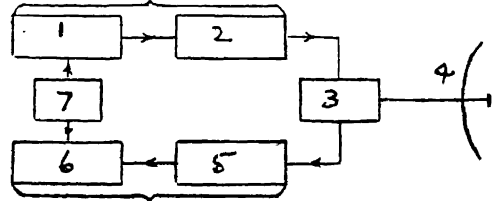
(ii) క్రమానుగతిక పౌనఃపున్య రాడార్.

(Frequency Shift Radar or Doppler Radar)

ఈ రాడారులలోని పద్ధతుల గురించి క్లుప్తముగా యీ క్రింద వివరించబడినది.

## 1. పల్పు రాడారు :

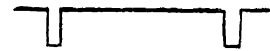
ఈ పద్ధతి నుపయోగించే రాడారులు అధిక సంఖ్యలోనున్నవి. ఈ రాడారు యొక్క ముఖ్య భాగములు పటము 1 లో చూపబడినవి.



పటము 1. పల్పురాడారు

అంతర్భాగాలు : 1. మోడ్యులేటరు; 2. ప్లాన్ స్క్రీన్; 3. డ్రాఫ్ట్స్ మెన్; 4. యాంట్నెన్; 5. రిసీవరు 6. ఇండికేటరు; 7. స్క్రీన్.

నిర్ణీత కాలవ్యవధిలో అధిక శక్తి జనించి మరుక్షణములో అదృశ్యమైన యెడల, అటుల ఉద్భవించిన శక్తి స్వరూపమును ఒక పల్పు (Pulse) అందురు. ఎంత కాలమైతే ఆ అధిక శక్తి నిలిచి ఉంటుందో, అది పల్పు వెడల్పు (Pulse-Width) T అనియు, ఒక పల్పు ఉద్భవించి అదృశ్యమై తిరిగి ఉద్భవించు కాలమునకు 'Pulse Repetition Time' (Td) అనియు, సెకనుకు ఎన్ని



పటము 2. పల్పులు

సార్లు అట్లు పల్పు వచ్చిన, దానిని పల్పు పునరుద్భవ పౌనఃపున్యము) (Pulse Repetition Frequency

$f_n = \frac{1}{T_d}$ ) అనియు సెకనులో

మొత్తము ఎంతసేపు శక్తి ఉద్భవింపబడి యున్నదో దానిని Duty Cycle (  $T \times f_n$  ) అనియు అందురు. (పటము 2 చూడుడు.)

పల్పు రాడారులో ఒక మైక్రో సెకండు నుండి 10 మైక్రో సెకండ్ల వరకు సెకనుకు 200 నుండి 10,000 వరకు పల్పులు పంపుట సామాన్యము.

'పల్పు వెడల్పు' ఎక్కువైనచో ఎక్కువ శక్తిని రాడారు వివర్ణతము చేయగలదు. దానివలన

ఎక్కువ దూరములోనున్న వస్తువులను కనుగొన వచ్చును. కాని దాని వలన తక్కువ దూరములో నున్న వస్తువులను కనుగొనుట కష్టమగును. అందు చేత రాడారు ఉపయోగ ఉద్దేశ్యమును బట్టి యిది నిర్ణయింపబడును.

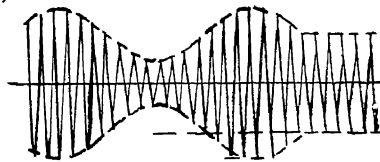
రాడారులో అతి సూక్ష్మ రేడియో తరంగములు ఉపయోగింతురు. రేడియో తరంగములను జనింప చేసి, అధిక శక్తిగల 10 K.W నుండి 1 M.W Peak power) గల పల్పులుగా మార్చి, ఆన్ టెన్నా (Antenna) ద్వారా రోదసి (Space) లోనికి ప్రసారము చేయుదురు. (పటము 1 చూడుడు) ఈ అధిక శక్తిగల పల్పులు ప్రసారము చేయబడి నప్పుడు గ్రాహక యంత్రము (Receiver) అతి సున్నితమైనది. కాబట్టి దానిలో యీ అధిక శక్తి గ్రహింప బడకుండా ఉండుటకు 'డూప్లెక్సర్' సాధనమును ఉపయోగింతురు. ఈ ప్రసారమైన శక్తి వస్తువుల నుండి ప్రతిబింబింపబడి తిరిగి ఆంటెన్నా ద్వారా గ్రహింప బడినప్పుడు శక్తి చాల వరకు కోల్పోవును గాబట్టి, ప్రసార యంత్రము వైపునకు గాక, గ్రాహక యంత్రము వైపునకు మాత్రమే మళ్ళింప వలయును గాబట్టి, ఆ వ్యవధిలో ప్రసార యంత్రములో నున్న విద్యుత్ సంబంధ ము తీసివేయ (Disconnect) బడును. డూప్లెక్సర్ గ్రాహక యంత్రమును కలుపును. గ్రాహక యంత్రములో యీ శక్తి తగిన స్థాయికి అభివృద్ధి చెందింపబడి 'దృశ్యసూచిక' (Indicator) లో వస్తువు ఎచ్చట ఉన్నదీ ఎంత దూరములో నున్నదీ సూచింపబడును. ఈ రాడారులో ప్రసారమునకు, గ్రాహకమునకు ఒకే ఆన్ టెన్నాను ఉపయోగింతురు.

ఈ విధానము వలన వస్తువులు 200-400 కిలో మీటర్ల దూరములో నున్నను కనుగొనవచ్చును. పల్పు శక్తి (Peak Power) 100 kw కంటె అధికమైనను, అది క్షణిక జన్యమే కాబట్టి సగటు పల్పు శక్తి (Average Power) చాల తక్కువని గమనించ వలెను.

## 2. నిరంతర తరంగ జనిత రాడార్ (Continuous Wave Radar) :

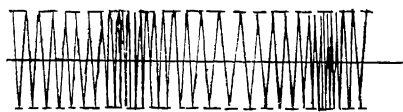
ప్రతి తరంగమునకు మూడు ముఖ్య లక్షణము లున్నవి. (1) ఉన్నతి (Amplitude) (2) పౌనః పున్యము (Frequency) (3) అవస్థ లేక దశ, (Phase).

అధిక పౌనఃపున్యము గల వాహకము (Carrier) యొక్క ఉన్నతిని తక్కువ పౌనఃపున్యము గల సంకేతపు ఉన్నతికి అనుగుణముగ మార్చిన యెడల, అట్లు జనించిన తరంగ స్వరూపమును "ఉన్నతి భేదిత తరంగము. (Amplitude Modulated Wave) అందురు. (పటము 3 చూడుడు)



పటము 3. ఉన్నతి భేదిత తరంగము.

దీనిలో వాహకము యొక్క పౌనః పున్యము గాని, అవస్థ గాని మార్పు చెందదు. అదే విధముగ వాహకము యొక్క పౌనఃపున్యము మాత్రమే సంకేతము యొక్క ఉన్నతికి అనుగుణముగ మార్పు బడిన, అప్పుడు జనించిన తరంగ స్వరూపమును పౌనఃపున్య భేదిత తరంగము (Frequency Modulated Wave) అని అందురు. దీనిలో వాహకము యొక్క ఉన్నతి గాని, అవస్థ గాని, మార్పు చెందదు (పటము 4 చూడుడు). వాహకము యొక్క అవస్థ (Phase) మాత్రమే సిగ్నలు



పటము 4. పౌనఃపున్య భేదిత తరంగము, ఉన్నతికి అనుగుణముగ మార్పుబడిన, ఆ తరంగ స్వరూపమును 'అవస్థా భేదిత తరంగము' (Phase Modulated Wave) అని అందురు.

ఈ రాడారులో పౌనఃపున్య భేదీకరణము (Frequency-Modulation) ఉపయోగించుట ఒక పద్ధతి. దానిలో ఒక నిర్దిష్ట పద్ధతిలో పౌనఃపున్యము మారును. కాబట్టి, ఒక దూరపు వస్తువును చేరి, తిరిగి వచ్చు కాలములో తరంగము యొక్క పౌనఃపున్యము మారిపోవును. కాబట్టి, ప్రసారమైన, తిరిగి గ్రహింప బడిన తరంగముల పౌనఃపున్యముల భేదమునకు, వస్తువు దూరమునకు సంబంధముండునని గ్రహించవచ్చును. ఈ సూత్రమును బట్టి వస్తుదూరమును కనుగొనవచ్చును. ఆ విధానములో ప్రసారమునకు, గ్రహించుటకు, వేరువేరు (ఆందెనాలు) ఉపయోగింతురు. కాబట్టి డూ ప్లెక్చరు అవసరము లేదు.

**క్రమానుగతిక పౌనఃపున్య రాడారు (Frequency Shift Radar):**

దీనిలో డాప్లర్ ప్రభావ సూత్రమును ఉపయోగింతురు. ఈ సూత్రమేమనగా ఒక వస్తువు వైపు రేడియో తరంగములు (ఈ సూత్రము ధ్వని తరంగములకు కూడ వర్తించును) ప్రసరించునప్పుడు, ఆ వస్తువు మన వైపు పయనించునప్పుడు, ప్రతిగామి తరంగముల పౌనఃపున్యములు అధికమైనట్లుగను, ఆ వస్తువు మననుండి దూరముగ పోవునపుడు ప్రతిగామి తరంగ పౌనఃపున్యము తక్కువ ఉన్నట్లును అనిపించును. ఆ వస్తువు ఎంత ఎక్కువ వేగముతో పయనించిన పౌనఃపున్య భేదము అంత ఎక్కువ అనిపించును. ఆ భేదమును కనుగొన్నయెడల వస్తువు వేగమును కనిపెట్టవచ్చును. అనగా ఆ వస్తువు నిశ్చలముగ ఉన్నదీ లేనిది మరియు సులభముగ తెలిసికొనవచ్చును. చలించు వస్తువులను, నిశ్చల వస్తువులను

నుండి వేరుచేసి కనిపెట్టవచ్చును. అటులనే రోడ్డు నియమములను ఉల్లంఘించిపోవు వాహనములను కనిపెట్టుటకిది యొక అనువైన పద్ధతి.

ఇదిగాక, రాడారులలో ప్రత్యేక ప్రక్రియలకు విశిష్టసాధన సూత్రములున్నవి. ఉదాహరణకు దూరముగా నున్నవారు (చీకటిలోనైనను) మనకు మిత్రుడో, శత్రువో నిర్దిష్ట సంకేతములను పంపి, ప్రతిసంకేతములను బట్టి కనుగొన వచ్చును. శత్రు స్థావరముల నుండి వచ్చు విమానములను కనిపెట్టి, కంప్యూటరు సహాయమున, వాటి మార్గమును నిర్ణయించి, వెంబడించి శత్రువుల సహాయమున, అవి దాడిచేయక మునుపే, నాశనము చేయవచ్చును. అటులనే సముద్రములలో పయనించేనౌకలకు వాని స్థానమేదో సంకేతముల ద్వారా తెలుపవచ్చును. విమానబోదకుని (Pilot) సహాయము లేకుండగనే రేడియో తరంగముల ద్వారా విమానము సరియైన స్థానమునకు చేరుట, తెలిసికొనుటకు అవకాశము కూడ ఇందువలన సిద్ధించును.

ఈ విధముగా రాడారువలన మానవాళికి ఎన్నో ఉపయోగములున్నవి.

### Reference :

1. Electronic and Radio Eng. by F.E. Terman (Mc Graw Hill)
2. Principles of Radar by Reintzes and Coate.
3. A. B. C. of Radar by Alan Andrews Foulsham-Sams (England)
4. Introduction to Radar by Dennis Taylor, Newnes (London)

ఆచార్య డి. మల్లికార్జునరావు.

## 274. టెలివిజన్ (Television)

ఇరువదియవ శతాబ్దపు నాగరికతాభివృద్ధికి చిహ్నము నేటి టెలివిజన్, 'టెలివిజన్' పదము - 'టెలి' అనగా దూరము, 'విజన్' అనగా దృష్టి అను పదముల కలయికచే - ఏర్పడినది. టెలివిజన్ లో దూరముననున్న దృశ్యములను చూచుట మాత్రమేగాక శబ్దమును కూడా వినవచ్చును. అందు చేత చలనచిత్రములలో వలె దృశ్యమును చూడ వచ్చును. దానితో సంబంధించిన శబ్దమునులేక మాట లనుకూడ వినవచ్చును. టెలివిజెన్ నిర్మాణము అనేకమంది శాస్త్రజ్ఞులు కృషి ఫలితమైనను, దానికి పూర్ణ రూపమిచ్చినవలె "జాన్ బెర్ట్" అను అమె రికన్ శాస్త్రజ్ఞునికి దక్కినది.

టెలివిజన్ విశేష సాధనముగ మాత్రమేగాక, వైజ్ఞానిక, సాంస్కృతిక, రంగములలో కూడ ఎంతో ప్రాధాన్యము కలిగియున్నది. ఇటీవలి కాలములో ఉపగ్రహముల సహాయముతో టెలి జెన్ ప్రసారములు-ఖండాంతరములకు, గ్రహాంతర ములకు కూడా - పంప వీలగుచున్నది.

రేడియోను గూర్చి సాంకేతిక పరిజ్ఞానముగల వారికి, టెలివిజన్ గూర్చి తెలిసికొనుట అతి సుల భము. వీలననగా, ప్రసార గ్రాహక సాధనములలో రేడియోకు, టెలివిజన్ కు చాల సాదృశ్యములు గలవు.

టెలివిజన్ రేడియోకంటే అభివృద్ధి చెందిన సాధనము. టెలివిజెన్ ప్రసారములు రేడియో ప్రసారముల కంటె అధిక పౌనఃపున్యములో జరుప బడుతాయి. ఉదాహరణకు మన దేశములో 54 to 61 M H<sub>z</sub> 61 to 68 M. H<sub>z</sub> ; 209 to 216 M H<sub>z</sub>; లపై ప్రసారములు జరుపవలెనని నిర్ణయింపబడినది. సాధారణముగ టెలివిజెన్ ప్రసా రములు 54 to 88 M H<sub>z</sub> ; 174 to 216 M H<sub>z</sub> ; 470 to 890 M H<sub>z</sub> బాండుల (Bands) లో జరుగుతాయి.

ఇంత అధిక పౌనఃపున్యములను ఉపయోగించి నందు వలన యీ తరంగముల ప్రసారము కాంటి వలె దృగ్ రేఖ (Line of Sight) కు పరిమిత మవుతాయి. అందువలన ప్రసారదూరము ఎక్కువ కావలెనంటే టెలివిజెన్ "ఏరియల్" ఎత్తుకూడా ఎక్కువగా ఉండాలి. అందుచేత సాధారణంగా టెలివిజెన్ ప్రసారాలను 100 కి. మీ. కంటె ఎక్కువ దూరములో గ్రహించలేము. ఇందువలన దూరప్రదేశాలలో గ్రహించవలెనన్న "రిపీటర్లు" (Repeaters) అవసరమవుతాయి. ఉపగ్రహ ముల సహాయముతో సుదూర ప్రదేశములకు ప్రసా రము చేయ వీలవుతుంది. ఇది అధిక వ్యయముతో కూడుకున్న పద్ధతి; అయినను యిటీవలనే మన దేశ ములో యీ ఉపగ్రహ సహాయమున టెలివిజెన్ ప్రసారములను ప్రయోగాత్మకముగా పంపించు చున్నారు (Satellite Instructional Tele- vision Experiment).

టెలివిజన్ కేంద్రాలు రేడియో కేంద్రములవలె గాక, చాల తక్కువ సంఖ్యలో ఉంటాయి అవి ప్రసారము చేసే విస్తీర్ణము (Broadcast Zone) తక్కువగాబట్టి, అన్ని టెలివిజెన్ కేంద్ర ములకు ఒకచే 'చానలు' (Channel) ఉపయో గించుకో వచ్చును. అంతర్జాతీయ నియమ నిబంధ నల ననుసరించి మనదేశమునకు ప్రస్తుతము మూడు చానలులను కేటాయించినారు. మన దేశములోని మొదటి టెలివిజెన్ స్టేషనును 1959 లో ఢిల్లీలో స్థాపించారు. ఇప్పుడు దేశములో క్రమముగ ముఖ్య నగరాలలో టెలివిజన్ స్టేషనులు నెలకొల్పు చున్నారు.

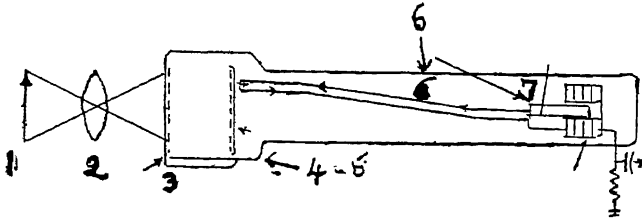
టెలివిజన్ ప్రసారమునకు రెండు రకముల భేదీకరణముల (Modulations) ను ఉపయోగింతురు. దృశ్య ప్రసార సంకేతముల (Video Signals) ను ఉన్నతిరణ భేదీక (Amplitude modulation) చేసి వెప్టిజియల్ సైడ్ బాండ్ ప్రసార పద్ధతిని ప్రసారము చేసెదరు. శబ్ద సంకేతముల (Audio Signals) ను పౌనఃపున్య భేదీకరణ, (Frequency Modulation) ద్వారా ప్రసారము

చేసెదరు. అందుచేత డెలివిజెన్ ప్రసార కేంద్రములో యీ రెండు రకాల ప్రసార యంత్రములు అనగా “ఉన్నతి భేదిత ప్రసార యంత్రము” (Amplitude modulated Transmitter), పౌనః పున్య భేదిత ప్రసారయంత్రము (Frequency Modulated Transmitter) ఉంటాయి.

దృశ్యని మైక్రోఫోను సహాయముతో విద్యుత్తుగా మార్చి, దానిని శక్తివంతముచేసి ప్రసారము చేయు పద్ధతి అందరికీ తెలిసినదే. కాని దృశ్యపు కాంతిని, దాని తీవ్రత స్థాయిలకు అనుగుణముగా, విద్యుత్ స్థాయిలుగా మార్చుట డెలివిజెన్ లోని విశేషము. అట్లు విద్యుత్ స్థాయిలుగా మార్చిన పిదప మిగిలిన ప్రసార పద్ధతి తెలిసికొనుట సులభమే.

డెలివిజెన్ స్టేషనులలో-సినిమా స్క్రూడియోలలో వలెనే-రకరకాల కటకములు (Lenses), లైట్లు,

కెమెరాలు (డెలివిజెన్ కెమెరాలు), నదీ, నదులు, సాంకేతిక నిపుణులు, కూడా ఉంటారు. డెలి విజెన్ కెమెరా సహాయముతో కాంతిని విద్యుత్తుగా మార్చుకొన వచ్చును. నలుపు, తెలుపు (Black and White) డెలివిజెన్ లో “యమేజ్ ఆర్థికాన్” (Image orthicon) ను గాని, “విడికాన్” (Vidicon) ను గాని కెమెరా ట్యూబుగ ఉపయోగించెదరు. రంగుల డెలివిజెన్ కు అయినచో ఫోర్ వే బీమ్ స్ప్లిట్టరు (Four way Beam Splitter) నుగాని, త్రి వే బీమ్ స్ప్లిట్టరున (Three-way Beam Splitter) ను గాని కెమెరా ట్యూబుగా ఉపయోగించెదరు. “ఇమేజ్ ఆర్థికాన్” లోని ముఖ్యభాగములు పటము 1 లో చూపబడినవి. దానిని గూర్చి తెలిసికొనుటకు ముందు దృశ్యము ఏ విధంగా డెలివైజ్ చేయబడుతుందో గ్రహించవలెను.



పటము 1. ఇమేజి ఆర్థికాన్

ఇందలి వివిధ భాగములు : 1. సిమ 2. లెన్సు 3. షాట్ కేవోడ్ (800V). 4. స్క్రీన్ 5. ట్యూగెట్ ప్లేట్ 6. ఎలెక్ట్రాన్ బీమ్ 7. ఫోటో మల్టిప్లయర్

ఒక స్థిర దృశ్యాన్ని ఉదాహరణకుతీసికొనెదము. దృష్టి పరినిత్యత (Persistence of Vision) ఆధారంగా అస్థిర దృశ్యములను నిర్ణీత వేగముతో పయనించే స్థిర దృశ్యముల సంపుటి అని గ్రహించవచ్చును. కాబట్టి స్థిరదృశ్యమే ఉదాహరణముగ గైకొంటిమి.

స్థిరదృశ్యము నలుపు తెలుపుల మిశ్రమ సమ్మేళనమే కదా ! ఆ రంగుల మేళవింపును విద్యుత్తుగ సరియైన పాళ్ళకు మార్చవలెను. అట్లు మార్చగలుగునది డెలివిజెన్ కెమెరా, ఒక దృశ్యమును

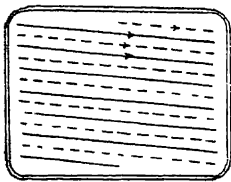
తీసికొని సూక్ష్మముగ పరిశీలించిన ఆ దృశ్య మంతయు చిన్న చిన్న చుక్కల కలయిక యనియు, ఆ సూక్ష్మ వైశాల్యములలో కూడ కాంతి తీవ్రత లలో భేదము కలదనియు, తెలియనగును. ఆ భేదము గమనించ దగినంత ఉండనప్పుడు వాటిని ‘దృశ్య మూలకములు’ (Picture Elements) అని పిలిచెదరు. అనగా దృశ్యమంతయు వివిధ కాంతి తీవ్రతలగల దృశ్య మూలకముల మయము అన్నమాట. ఈ మూలకములలో ‘దృగ్గో

చరత్వము '(Visual Information) ఉన్నది. ఈ మూలకములనుండి సరియైన క్రమములో ప్రసారము చేసి, గ్రహింప గలిగినయెడల దృశ్యమును తిరిగి పొందవచ్చును.

దెలివిజెన్ దృశ్యమును క్రమపద్ధతిలో విభజించి ప్రమాణీకరణ (Sampling) చేసి ప్రసారము చేయుటను 'రేఖా ప్రసారము' (Scanning) అని అందురు. మనము పుస్తకములో ఎడమ నుండి కుడికి అక్షరముల పంక్తుల నెట్లు ఒకదాని తర్వాత ఒకటి చదివెదమో, అదే విధముగ దెలివిజన్ దృశ్యము కూడ కెమెరాలోనున్న సన్నని ఎలక్ట్రాను పుంజముతో ప్రమాణీకరించబడి ఎద్దుత్తుగ మార్చబడును. ఈ పద్ధతిని 'క్రమ రేఖాత్మక ప్రసారము' (Progressive Linear Scanning) అని అందురు. కాని ఆధునిక దెలివిజన్ లో యీ పద్ధతిని కొద్దిగా మార్చి అంతర్వర్తికా రేఖా ప్రసారము (Interlaced Scanning) అను పద్ధతిని ప్రసార స్పష్టత కొరకు ఉపయోగించుచున్నారు. దీనిలో దృశ్యమంతటిని అనేక సమాంతర రేఖలుగ విభజించుకొని, బేసి సంఖ్య ప్రమాణ రేఖలతో కూడిన దృశ్యమంతటిని ఒకసారి, సరిసంఖ్య ప్రమాణ రేఖలతో కూడిన దృశ్యమంతయు తరువాతను, క్రమ ప్రసారముచేసి ఆ విధముగా దృశ్యమంతటిని ప్రసారము చేసెదరు. బేసి సంఖ్యలతో కూడినదృశ్యమును

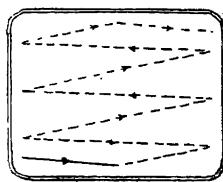
ఒక ఫీల్డు (Field) అనియు, సరిసంఖ్యల రేఖలతో కూడిన దృశ్యమును మరియొక ఫీల్డు అనియు, యీ రెండు ఫీల్డుల కలయికను-అనగా దృశ్యమును-ఒక ఫ్రేము (Frame) అనియు వ్యవహరింతురు. (పటములు 2 (a) (b) లు చూడుడు) అనగా క్రమ రేఖాత్మక క్రమ ప్రసారములో ఫీల్డు, ఫ్రేము రెండును ఒకటియే; అంతర్వర్తికా రేఖా ప్రసారములో ప్రేము అనగా రెండు ఫీల్డుల కలయిక; ఈ పద్ధతి వలన దెలివైజ్ చేయబడిన దృశ్యము మరింత స్పృటముగా చూపరులకు కనబడుతుంది. దెలివిజన్ ప్రసారములకు నిర్దిత పద్ధతులు దేశమును బట్టి స్థిరీకరించ బడినవి. మన దేశములో దెలివిజన్ ప్రసారములకు అంతర్వర్తికా క్రమ ప్రసారమే స్థిరీకరించబడి, ప్రేముకు 625 లైనులు ఉండాలని, సెకెనుకు 25 ఫ్రేములు ప్రసారము చేయవలెనని నిర్ణయింపబడినది. గమనించ వలసిన విషయ మేమనగా, అంతర్వర్తికా క్రమ ప్రసారములో దృశ్యానికి ఉండవలసిన సంఖ్య, బేసి సంఖ్య అయి ఉండాలి. లేనిచో ఎద్దుత్తుహాయముతో క్రమ ప్రసారము చేసినప్పుడు ఒక ఫీల్డు నుండి మరొక ఫీల్డుకు మారుట క్లిష్ట మౌతుంది.

దెలివిజన్ దృశ్యాన్ని క్రమ ప్రసారము చేయుటకు, చాలి సాంకేతిక పరిజ్ఞానము అవసరము. ప్రసారముచేసిన దృశ్యము దెలివిజన్ రిసీవరులో గ్రహింప బడినప్పుడు ఆ దృశ్యము అదేవిధముగా గ్రహింపబడవలెను గదా! అనగా ప్రసారము చేసినది, గ్రహించినది, నిర్దుష్టముగా ఏకీభవించవలెను. లేనిచో అంతయు అస్తవ్యస్తమగును. ఈ ఏకీభవన ముండవలెననిన, కావలసిన సాధన సామాగ్రి అంతయు ప్రసారము కాబడి దెలివిజన్ సిగ్నలు లోనే యిమడ్చబడి వుండాలి. అందుచేత అట్లు ప్రసారమయ్యే దెలివిజను సిగ్నలులో కేరలము దృశ్యశబ్ద సాంకేతిక సమాచారము మాత్రమే గాక, నిర్దుష్టమైన ఏకీభవనమునకు కావలసిన



పటము 2 a

అంతర్వర్తికా  
రేఖా ప్రసారము



పటము b

క్రమరేఖాత్మక  
ప్రసారము.

చుక్కలవి బేసి సంఖ్యలు.

త్రైతిజముగను, లంఘముగను, క్లాంకింగు, (త్రైతిజముగను, లంఘముగను) సింక్రెటైజింగు, ఈక్వలైజింగు అనబడు పలువులను కూడ జనింపజేసి జోడించెదరు. ఇట్టి సిగ్నలును 'సమగ్ర సంయుక్త దృశ్య సంకేతము' (Composite Video Signal) అని అందురు.

ఇప్పుడు కాంతిని విద్యుత్తుగా ఇమేజ్ ఆర్థికాన్ లో ఎట్లు మార్చెదరో తెలిసి కొందము.

ఇమేజ్ ఆర్థికాన్ లో సన్నని ఎలక్ట్రాను కిరణ పుంజమును జనింప జేయుటకు "ఎలెక్ట్రాన్ గన్," ఎలక్ట్రాను పుంజమును క్రమప్రసార పద్ధతి కనుగుణముగా మళ్ళించుటకు డిఫ్లెక్ట్, కేంద్రీకరించుటకు కావలసిన ఫోకసింగ్, డిఫ్లెక్టింగ్ కాయిల్స్, ఎడమవైపు ఒక దృక్పటకము, ఫోటో కేతోడ్, టార్జెట్ స్క్రీన్, టార్జెట్ ప్లేటు, డిసెంరేటింగ్ ఎలెక్ట్రోడులు వుంటాయి.

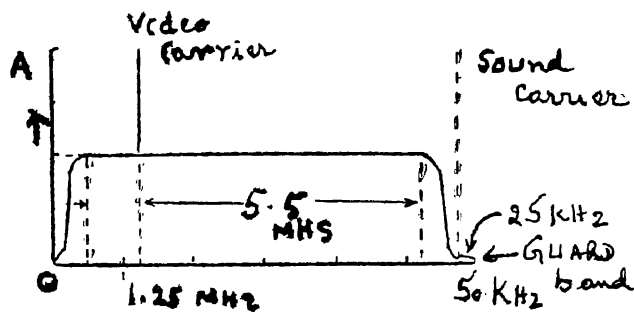
రెలివైజ్ చేయబడు దృశ్యమునకు ఫోటో కేతోడ్ సర్సేన్ (at-800 v) కు మధ్యగా కటకము అమర్చబడి ఉంటుంది. ఆ దృశ్యపు ఛాయ, ఫోటో కేతోడ్ పైబడి, దాని నుండి ఛాయయొక్క కాంతిశీవ్రత కనుగుణంగా ఎలక్ట్రానులు వెలువడుతాయి. ఆ ఎలక్ట్రానులు 'టార్జెట్ స్క్రీన్' గుండా 'టార్జెట్ ప్లేట్' వైకి తిన్నగా పయనించి కేంద్రీకరింప బడుతాయి. (టార్జెట్ ప్లేట్) నుండి ఒక నిర్ణీత నిష్పత్తిలో మరిన్ని ఎలక్ట్రానులు వెలువడి టార్జెట్ స్క్రీన్ (+ IV) కలిగి ఉంటుంది. కాబట్టి, మళ్ళింప బడినందువలన, టార్జెట్ ప్లేట్ ఎడమవైపు ధనవిద్యుత్తుకలిగి ఉంటుంది. ఈ ధన విద్యుత్తు పంపిణీ (Distribution), సరిగా ఛాయకాంతి శీవ్రత పంపిణీకి అనుగుణంగా ఉంటుంది. టార్జెట్ స్క్రీన్ యొక్క నిరోధము ఎట్లు ఉండుననగా, డిపాజిట్ (Deposit) అయిన ఎలక్ట్రానులు 1/25 సెకెన్లలో ఎడమవైపుకు ప్రస

రించి, అచ్చటి ధన విద్యుదావేశమును విద్యుదావేశ రహితముగా (Neutralise) చేయగలవు; కుడివైపున అతి సన్నని ఎలక్ట్రాను పుంజము నిర్ణీతపద్ధతి ప్రకారము క్రమప్రసారము చేయుచు ఉన్న ధనావేశమును, విద్యుదావేశ రహితముగా చేయుటకు, కావలసినన్ని ఎలక్ట్రానులను మాత్రమే డిపాజిట్ చేస్తుంది. మిగిలిన ఎలక్ట్రానులు మళ్ళింపబడి, ఎలక్ట్రాను గుణకము (Electron Multiplier) అనే సాధనము వైపు కేంద్రీకరింపబడుతాయి. మళ్ళింపబడిన ఎలక్ట్రాను పుంజము, కాంతి ఎక్కువగు చోటు నుండి (అధిక ధన విద్యుత్తుగల ప్రదేశమునుండి) తక్కువ సంఖ్యలోను, కాంతి తక్కువగు చోటు నుండి ఎక్కువ సంఖ్యలోను ఎలక్ట్రానులు కలిగి ఉంటుంది. దీనిని ఋణ భేదీకరణము (Negative Modulation) అని అందురు. అంటే కాంతికి, మళ్ళింప బడిన ఎలక్ట్రాను పుంజమునకు ఋణానుగుణ్యత ఉన్నది కదా! ఈ మళ్ళింప బడిన ఎలక్ట్రాను పుంజములోని ఎలక్ట్రానులు మరింత వృద్ధి చెందింపబడినందువలన, కెమెరా నుండి వచ్చే విద్యుత్తు ఎక్కువ అవుతుంది. అనగా కాంతికి అనుగుణంగా విద్యుత్స్థాయి ఉంటుంది. కాంతి, ధ్వని సంకేతములను అధిక శక్తి వంతము చేసి ఏకీ భవనమునకు కావలసిన తదితర సంకేతములను జోడించి అధిక పౌనఃపున్య తరంగములపై భేదీకరించి, చివరికి ఒకే ఏరియల్ ద్వారా ప్రసారము చేయుదురు. ఒక రెలివిజన్ ఛానలుకు 7 MHz బాండ్ కావలెను. అంతేగాక దృశ్య వాహకమునకు ధ్వని వాహకమునకు మధ్య 5.5 MHz భేదముంటుంది. ధ్వని వాహక పౌనఃపున్యము, దృశ్యవాహక పౌనఃపున్యము కంటే అధికము. ధ్వని పౌనఃపున్యమును భేదీకరింప చేయుదురు కాబట్టి, దాని అధిక విస్తృతి (Maximum Deviation)  $\pm 50$  MHz అని ప్రమాణీకరింప బడినది. (పటము 9 చూడుడు)



తెలివిజన్ సంకేతములను గ్రహించుటకు తెలివిజన్ రిసీవరు నుపయోగింతురు. తెలివిజన్ రిసీవరులో దృశ్యము బాగా కన్పడుటకై దృశ్యపు వెడల్పును, ఎత్తును 4:3 నిష్పత్తిలో ఉండవలెను. రేడియోలో

వలెనే యీ రిసీవరులో గ్రహింపబడిన విద్యుదయస్కాంత తరంగములు (Electromagnetic waves), సూపర్ హెటెరొడైన్ పద్ధతిలో తక్కువ పౌనఃపున్యమునకు మార్చబడి, దృశ్య, శబ్ద,



పటము 31. తెలివిజన్ దానర్

సంకేతములుగ విడదీయబడుతాయి. శబ్ద సంకేతములకు “పౌనఃపున్య భేదీకరణ గ్రాహకము”లో మాదిరిగా మార్పులు, చేర్పులు చేయుటవలన, చివరకు దూర శ్రవణ యంత్రము ద్వారా శబ్దము వినబడుతుంది. ‘సంయుక్త’ దృశ్య సంకేతము’ నుండి జోడింపబడిన తదితర సంకేతములు, దృశ్య సంకేతము నుండి వేరుపరచబడి దృశ్య గ్రాహకమునకు (Picturertube)నకు పంపబడుతాయి. అంతర్వర్తికారేఖా ప్రసార విధానముతోనే దృశ్యము తిరిగి కనబడుతుంది.

రంగుల తెలివిజన్లో కూడ యిటువంటి పద్ధతినే ఉపయోగించినప్పటికిని అది సాంకేతికముగా క్లిష్టమైనది.

ఇటీవలి కాలములో శబ్దమును డేప్ రికార్డు చేసి, కావలసినప్పుడు వినగలిగినట్లుగనే, దృశ్యము లను కూడ రికార్డు (Video Recording) చేసి కావలసినప్పుడు చూడగలుగుచున్నారు.

References :-

1. Electronics and Radio Engg. by F.E. Terman (Mc. Graw Hill)
2. Basic Television : Vol I and V. Alexander Schune, John F. Rider Publication
3. I.S.I Monographs on Television Transmission

డా॥ జి. మల్లికార్జున రావు.

## 275. రేడియో ఇంజనీరింగు

ఇంతవరకు తంత్రుల ద్వారా వార్తలు, సంకేతాలు పంపడం, తత్సంబంధమైన సాంకేతిక సాధనాలను గురించి తెలుసుకుని ఉన్నాము. వీటిలో ప్రసార గ్రాహక యంత్రాల మధ్య దూరం ఎంత అయినా (వేల మైళ్లు అయినా) అంత దూరమూ ఆ రెంటి మధ్యా తీగలు ఉండి తీరాలి. ముఖ్యంగా వార్తా ప్రసారం తీసుకుంటే, దాపరికం (Secrecy) అక్కర లేకుండా అందరూ వినే వార్తలకు కూడా

యీ తంత్రీ విధానంలో తంత్రులు అవసరము అవుతాయి.

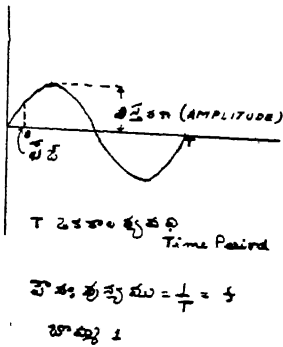
పోతే మనం వింటుండే రేడియో వార్తలు ఏదో ఒక ప్రసార కేంద్రం నుండి బయలుదేరితే, కొన్ని మైళ్ల వ్యాసంలో చుట్టూ ఉన్న అన్ని రేడియో గ్రాహక యంత్రాలలోనూ ఆ వార్తలు వినబడతాయి. వాటి మధ్య తీగలు అక్కర లేదు.

తంత్రీ విధానంలో పైన చెప్పినవే కాక చాలా చిక్కులు ఉన్నాయి. రోదసీ వార్తా ప్రసారం కావలసి వస్తే ఎంత దూరం తీగలు నడుపుతాము?— ఒక కదులుతున్న వాహనంతో వార్తా సంబంధం పెట్టుకోవడం ఎట్లా? వీటిని పరిష్కరించే విధానమే నిస్తంత్రీ విధానము. దీనినే రేడియో ప్రసార విధానమని కూడా అంటారు. దీనికి సంబంధించిన సాంకేతిక విధానాన్నే రేడియో ఇంజనీరింగ్ అంటారు.

ప్రసార గ్రాహక యంత్రాలమధ్య యీ నిస్తంత్రీ విధానంలో వాతావరణమే ఉంటుంది. ఈ వాతావరణంలో విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు, కాంతి వేగంతో ప్రయాణించి, గ్రాహకమునకు చేరుకుంటాయి.

ఈ విద్యుదయస్కాంత తరంగాలంటే ఏమిటి?

మనం ఇండ్లలో ఉపయోగించు కుంటున్న విద్యుత్తు ఏకాంతర విద్యుత్తు (ఎ.సి.) బొమ్మ 1.లో చూపినట్లు ధన, ఋణ విలువల మధ్యన ఉారుతూ ఉంటుంది. ప్రతి ఆవృత్తిలోను దీనివిలువ సున్న నుంచి అత్యున్నత ధన పరిమాణమునకు వెళ్లి, మళ్ళీ సున్నకుదిగి, ధృవ మార్పుచెంది అత్యున్నత

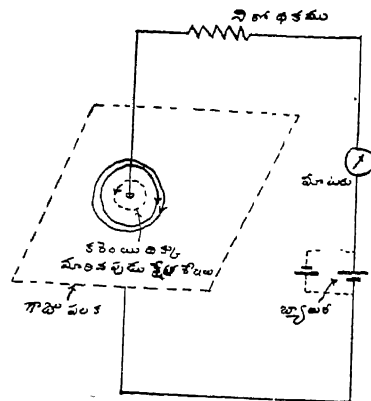


ఋణ పరిమాణమునకు వెళ్లి, మళ్ళీ సున్నచేరుకుంటుంది ఇటువంటి ఆవృత్తులు సెకనుకు ఎన్ని

ఉండే దాని పౌనఃపున్యము అంత అంటారు. ఉదా॥ మనం ఇండ్లలో వాడుకుంటుండే విద్యుత్తు యొక్క పౌనఃపున్యము 50 హెర్ట్సులు. అంటే సెకనుకు 50 ఆవృత్తులు ఉంటాయన్నమాట. ఇటువంటి విద్యుత్తును ఒక తీగగుండా ప్రసరిస్తే ఏమాతముడో పరిశీలిద్దాము.

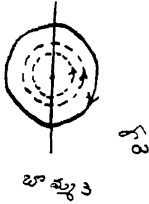
దీనికి ఒక చిన్న ప్రయోగం చేయ్యవచ్చును (చూ: బొమ్మ 2.). ఒక గాజు పలకకు కన్నం చేసి అందులో నుండి ఒకతీగ దూర్చి, తీగకు యిరువైపులు - ఒక కరెంటు మీటరు, ఒక నిరోధకము లద్వారా-ఒక బ్యాటరీకి తగిలిస్తాము. గాజు పలక మీద ఇనుప రజను చల్లి ఉంచాలి. తీగగుండా ఋజు విద్యుత్తు (డి.సి.) పంపించి గాజు పలకను తట్టితే ఇనుప రజను తీగచుట్టూ వర్తులాకారముగా సద్దుకుంటుంది. కరెంటు పెంచేకొలదీ, ఈ అయస్కాంత క్షేత్రము విస్తరింప బడుతుంది. కరెంటు విలువ తగ్గించిన కొద్దీ, యీ క్షేత్రం కుదించుకుపోతుంది. కరెంటు ప్రవహించే దిక్కు మారితే, యీ రేఖల దిక్కు కూడా మారుతుంది.

ఇప్పుడు యీ ఋజు విద్యుత్తుకు బదులు తీగలో నుండి ఏకాంతర విద్యుత్తు పంపితే ఏమాతముడి ? అంటే బొమ్మ 1 లో చూపబడిన కరెంటుపంపితే



బొమ్మ 2

సున్నానుంచి కరెంటు పెరిగే కొలదీ, క్షేత్రం ఒక దిక్కులో విస్తరించి, కరెంటు తగ్గేకొలదీ, కుదించు కుని, తిరిగి కరెంటు దిక్కుమారి పెరిగిన కొద్దీ రేఖలదిక్కు మారి, మళ్ళీ విస్తరించి, మళ్ళీ కుదించుకు పోతూ ఉంటుంది. ప్రతి ఆవృత్తికి యీ మార్పులు జరుగుతుంటాయి. ఇప్పుడు విద్యుత్తు దిక్కు మార్పుకుంటున్నప్పుడు ఏమి జరుగుతుందో ఆలోచిద్దాం. ఒక దిక్కుకు ఉన్న రేఖలు కుదించు కుంటుండగా, కరెంటు విలువ సున్నా అయినప్పుడు అయస్కాంత క్షేత్రం న్యాయంగా సున్నా అవ వలసి ఉండగా, అట్లా జరగక కొన్ని క్షేత్రరేఖలు మిగిలిపోతాయి. (చూ: పటము 3,) యీ



బొమ్మ 3



బొమ్మ 4

మిగిలిపోయిన రేఖలను శేష క్షేత్రము (Residual field) అంటారు. ఒక దిక్కుకు ఉన్న రేఖలు పలుచబడి యింకా ఉండగానే, మరోదిక్కు రేఖలు (కరెంటు ధృవ మార్పువల్ల) విస్తరిల్లిడం మొదలౌతాయి. ఈ రేఖల దిక్కులు వ్యతిరేకం కావడంవల్ల, వాటి అంచులు కలిసి లావులుగా ఏర్పడి(చూ: పటము 4) యీ లావులమధ్య నెల కొన్నపరస్పర వికర్షణవల్ల దూరంగా విసరివేయ బడతాయి. మామూలు విద్యుద్వలయాల (Electric Ckts) కు సంబంధించినంత వరకు యీ లావు లో చిక్కుకున్న శక్తి వ్యయ శక్తి (Loss) కిందజను;

కాని రేడియో ప్రసారానికి యీ వ్యయ శక్తి ఆధారం ప్రసార కేంద్రం వద్దనున్న ఏరియల్ నుండి వెలువడిన యీ లావులు, కాంతివేగంతో, వాతావరణంలో అన్ని దిక్కులకు ప్రయాణిస్తాయి. ఇదే విధంగా విద్యుత్ క్షేత్రం కూడా ఏర్పడి లావులు ఏర్పడుతాయి. ఈ రెండు కలిసి విద్యుదయస్కాంత తరంగాలుగా వ్యాపిస్తాయి.

ఈ విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు కాంతి వేగంతో వాతావరణంలో ప్రయాణిస్తూ లోహపు తీగలు (మనం ఉపయోగించే రేడియో ఏరియల్) ఎదురైతే వాటిలోకి విద్యుత్తును ప్రేరేపిస్తాయి. అందుచేతనే ప్రసార కేంద్రపు ప్రసార పరిధిలో ఉన్న ప్రతి గ్రాహకములోనూ, యీ ప్రసారం గ్రహింపబడుతుంది. ఈ ప్రసారపరిధి యొక్క విస్తీర్ణము - ప్రసార కేంద్ర శక్తిని బట్టి, తరంగ దైర్ఘ్యమును బట్టి - ఉంటుంది.

విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను తరంగ దైర్ఘ్యమును బట్టి మధ్యమ (Medium), హ్రస్వ (Short), అతి అధృతి, (Very and ultra Short) హ్రస్వ తరంగాలుగా విభజింపవచ్చును. వీటి ప్రసారవేగం సమానం కాగా, యివ్వబడిన ఒక ప్రసార కేంద్ర శక్తికి, యివి ప్రయాణించగల దూరాలు వేరుగా ఉంటాయి. విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు వాతావరణంలో వ్యాప్తమౌతూ, దూరం పెరిగే కొద్దీ, శక్తి హీనమౌతాయి. తరంగ దైర్ఘ్యము తగ్గే కొలదీ యీ దూరం తగ్గిపోతుంది. మధ్యమ తరంగాల కంటే, హ్రస్వ తరంగాలు, హ్రస్వ తరంగాలకంటే, అతి, అధృతి హ్రస్వ తరంగాలు తక్కువ దూరంలోనే శక్తి హీనములై పోతాయి.

కాని హ్రస్వ తరంగాలు, మరో మార్గం గుండా చాలా దూరం ప్రయాణం చెయ్యగలుగుతాయి. మన భూమిని చుట్టిన వాతావరణంలో 250 మైళ్ళవరకు గాలి ఉంటుంది. సూర్యరశ్మిలోని

అతిస్థిల రోహిత కిరణ ప్రభావం వల్లనూ, కాస్మిక్ కిరణాల ప్రభావం వల్లనూ, గాలి కణాలు అయినీ భవనం చెంది ధన, ఋణ, అయానులుగా విభజింపబడతాయి. ఋణ అయానులు ఎలక్ట్రానులే. ఇటువంటి ఎలక్ట్రానుల అనంత కోటి సమూహాలు అయిన తలము (Ionosphere)గా ఆవిర్భవిస్తాయి. ఈ ఆయనతలములో వివిధ ఔన్నత్యములలో ఎలక్ట్రాన్ సమూహాలు దట్టమైన పొరల (Layers) పరి ఉంటాయి. యీ ఎలక్ట్రాన్ పొరలు విద్యుదయస్కాంత పరావర్తనకు ఉపయోగపడతాయి.

ఎలక్ట్రానులు ఋణకణాలు గనుక విద్యుత్ క్షేత్ర, అయస్కాంత క్షేత్రాలవల్ల ప్రభావితములై, కదలికను పొందుతాయి. ఈ కదలిక యొక్క వేగమున్ను, మార్గమున్ను, అవి ఉన్న క్షేత్రముమీద ఆధారపడి, ఈ కణాలు, వివిధ వ్యాసములు గల వర్తులములుగా గాని, అండాకారములో గాని తిరుగుతూ ఉంటాయి. కదులుతున్న ఎలక్ట్రాన్ అంటే ప్రవహిస్తున్న విద్యుత్తే. ప్రవహించేవిద్యుత్తు అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని సృష్టించడం మనం చూశాం. దానితో పాటే విడదీయరాని విధంగా విద్యుత్ క్షేత్రమూ ఉంటుంది. దీని ఫలితంగా ఆయనతలములోని ఎలక్ట్రానులు, విద్యుదయస్కాంత తరంగాల నుండి, శక్తిని గ్రహించి, మళ్ళీ భూమివైపునకు ప్రసరింపజేస్తాయి. ఇవి కాంతితరంగాల వలెనే సంపూర్ణాంతర పరావర్తన చెందుతాయి. ఈ పరావర్తన ఫలితంగా, ప్రసార కేంద్రం నుండి వెలువడిన తరంగాలు భూమి మీదకు వేల మైళ్ళ కొలదీ వ్యాపిస్తాయి. ఇదే కారణంగా విదేశాలనుండి హ్రస్వ తరంగాల ప్రసారాలను మనం గ్రహించగలుగుతున్నాము.

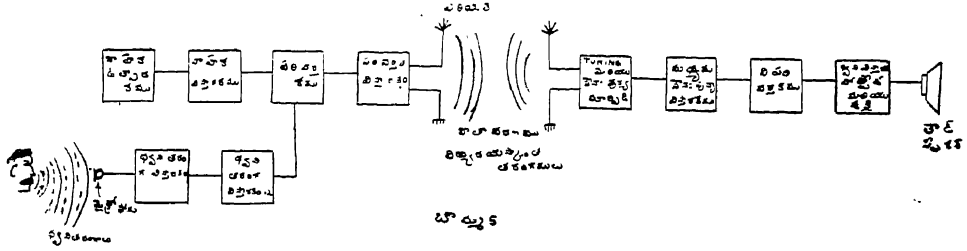
తరంగ పౌనఃపున్యము పెరిగే కొలదీ, ఈ తరంగాలు పరావర్తన చెందే ఔన్నత్యము పెరుగుతూ, 80 మెగా (80 × 10<sup>6</sup>) హెర్ట్స్ దాటగానే ఆయనతలము ప్రవేశించిన తరంగాలు భూమికి

తిరిగిరావు. ఇది ఒకలా అతి, అధ్యతి హ్రస్వ తరంగాల దూరప్రసారానికి అవరోధంకాగా, రోదసియానానికి గాని, అంతరిక్ష గ్రహాలతో వార్తా సంబంధాలకి గాని ఎంతో ఆవశ్యకము. మన భూమినుండి వెలువడిన తరంగాలన్నీ భూమికే తిరిగి వచ్చేస్తే, రోదసిలోకి వెళ్ళడం సాధ్యమయ్యేదే కాదు. అసలు సూర్యరశ్మి భూమికి వచ్చేది కాదు. ప్రకృతిలో ప్రతిదీ ఒకలా అవరోధంగా కనబడితే, మరోదానికి అలంబనం అవుతుంది. దీనివల్ల 80 మెగాహెర్ట్స్ దాటిన తరంగాల ప్రసారం కేవలం మామూలుగా వ్యాపించగల దూరానికి పరిమితమై పోతుంది. ఇది ఇంచుమించు 50 మైళ్ళకు పరిమితమై ఉంటుంది. ఇప్పుడిప్పుడు కృత్రిమ ఉపగ్రహాల ద్వారా యీ అతి, అధ్యతి హ్రస్వ తరంగాల వ్యాపకాన్ని అభివృద్ధి పరచుట చేతనే దూర టెలివిజన్ ప్రసారాలకు అవకాశం కలిగింది.

**రేడియో ప్రసార గ్రాహక విధానము :**

నిస్తంత్రీ ప్రసార గ్రాహక విధానమును ఎదుటి పుటలోని బొమ్మ 5 లో సూచించిన విధంగా వివరించ వచ్చును.

ఒక వ్యక్తి మాట్లాడుతున్నప్పుడు పరిసరములలో ఉత్పన్నమయ్యే ధ్వని తరంగాలు మైక్రోఫోను ద్వారా తదనుగుణ విద్యుత్తరంగాలుగా మార్పు చెందుతాయి. ఈ విద్యుత్తరంగాలనే, ఏకముగా విద్యుదయస్కాంత తరంగాలుగా పైన చెప్పబడిన విధంగా ఎందుకు ప్రసారం చెయ్యకూడదు అనే ప్రశ్న రావచ్చును. చేయకపోవడానికి ఒక కారణం : వివిధ కేంద్రముల నుండి ప్రసారం అయ్యే ధ్వని తరంగాల పౌనఃపున్యపరిధి, యింపుమించు 18-5000 హెర్ట్స్ మధ్య ఉంటుంది. అన్ని కేంద్రాలూ యిదే పరిధిలో ప్రసారం చేస్తాయి. ఒక గ్రాహకంలో వీటిని గ్రహించ ప్రయత్నించినప్పుడు

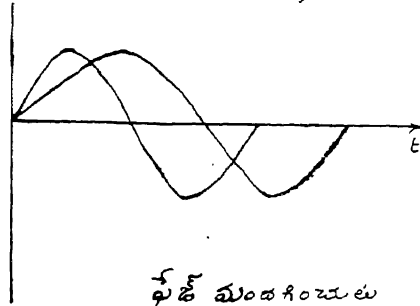


రెండు కేంద్రాలని విశ్లేషించడం ఎలా? అందువల్ల వీటిని ఏకంగా విద్యుదయస్కాంత తరంగాలుగా మార్చి ప్రయోజనం లేదు. రెండవది : విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు ప్రసారం చెయ్యడానికి ఉపయోగించే ఏరియల్స్ యొక్క పరిమాణాలు తరంగ దైర్ఘ్యమునకు సాటివై ఉండాలి. 60 హె. తరంగ దైర్ఘ్యము (Wave Length) సుమారు 3000 మైళ్లుంటుంది. అంటే 60 హె. ప్రసారం చెయ్యడానికి ఉపయోగించే ఏరియల్ కొలతలు 3000 మైళ్ళ దరిదాపులో ఉండాలన్నమాట.

పై జెప్పిన ఆవరోధాలను అధిగమించడానికి పరివర్తన విధానము (Modulation)ను ఉపయోగిస్తాము.

రేడియో ప్రసారంలో విజయవాడ 840 కిలో హెర్ట్సులపై ప్రసారం అని అనెన్సర్ చెప్పడం ఏంటు-ఈ 840 కి.హె. అంటే ఏమిటి? ఇది ఆ కేంద్రము యొక్క వాహక పౌనఃపున్యము (Carrier Frequency). ధ్వని తరంగాలను ఏకంగా ప్రసారంచేసే పనిలో చిక్కులను తొలగించడానికి, యీ ధ్వని తరంగాలను సెకనుకు కొన్ని వంతుల వేరి ఆవుత్రులు గల వాహకముతో జోడించి ప్రసారం చేస్తారు. కొన్ని వేరి కి.హె.ల తరంగాలు ప్రసారం చెయ్యడానికి ఏరియల్స్ సమకూర్చడం కష్టం కాదు. కాగా స్టేషన్ కి ఒక పౌనఃపున్యమును స్థిరపరచి, వివిధ స్టేషన్ల మధ్య తేడా సృష్టించవచ్చు. ధ్వని తరంగాలను ఎక్కువ పౌనః

పున్యముగల వాహకముతో జోడించే విధానాన్నే పరివర్తన (Modulation) అంటారు.



ఫేజ్ ముందగించుట  
(PHASE LAGGING)

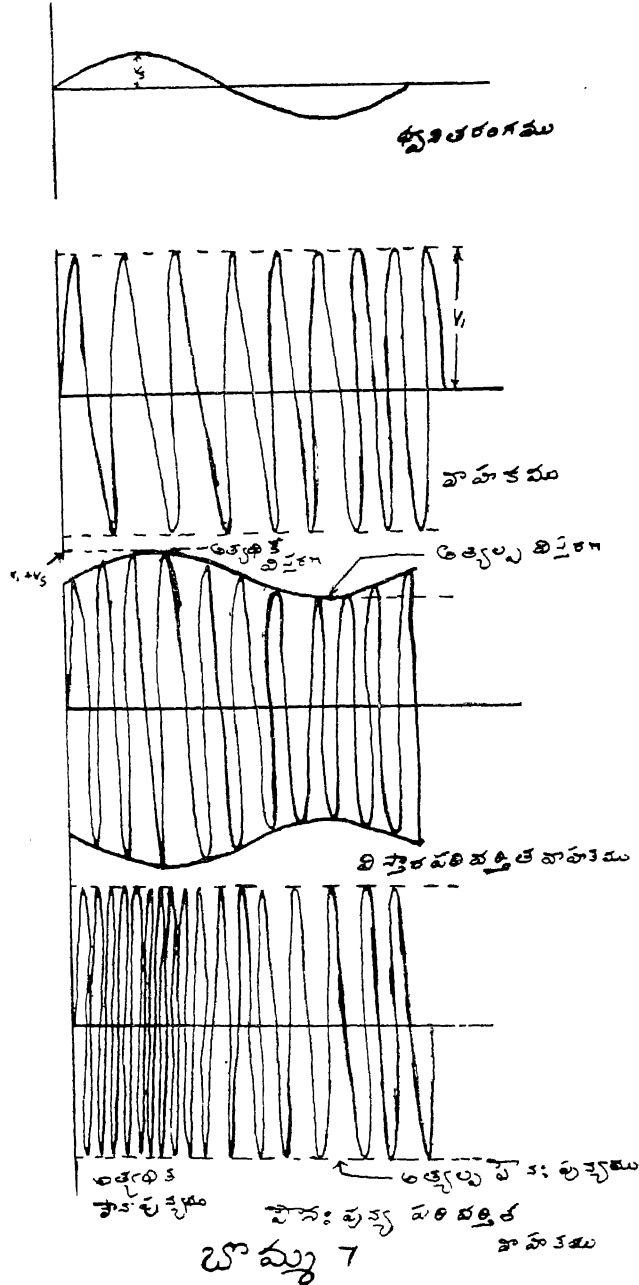
### చిత్రము 6

ఏ విద్యుత్తరంగానైనా 3 కొలతలతో స్థిరీకరించవచ్చును. ఇవి: (1) విస్తరణ (Amplitude) (2) పౌనః పున్యము. (3) ఫేజ్ (సాహస్య కాం నిర్ణయము) (చూ : బొమ్మ 6). ఒక వాహకము యొక్క యీ మూడు పరిమాణములలో ఏదో ఒకదాన్ని ధ్వని తరంగాల విస్తరణ (Amplitude)కు అనుగుణంగా మార్చు చెందించడమే పరివర్తనము.

విస్తరణ పరివర్తనము (Amplitude Modulation)లో వాహక విస్తరణ ( $V_I$ ) ను ధ్వని తరంగ విస్తరణ ( $V_s$ ) కు అనుగుణంగా మారుస్తారు. అంటే పరివర్తిత వాహక విస్తరణ,  $V_I + V_s$  కూ  $V_I - V_s$  కూ మధ్యన, సెకండునకు ధ్వని పౌనఃపున్యమునకు సాటి అగునట్లు (యిక్కడ 500 హె) మారుతూ ఉంటుంది. అదే పౌనఃపున్య పరివర్తనములో వాహక పౌనః పున్యము ధ్వని తరంగ విస్తరణకు అనుగుణంగా - మారుతూ

తగ్గుతూ-ఉంటుంది. యీ మార్పులు ధ్వని పౌనః  
పున్యము 500 అయితే, సెకనుకు 500 సార్లు జరు  
గుతాయి. ఇక ఫేజ్ పరివర్తనకూ పౌనఃపున్య  
పరివర్తనకూ విధానంలోనే గాని, మూలసూత్రా

లలో మార్పులేదు. ఎందుకంటే ఫేజ్ తో పౌనః  
పున్యము, పౌనఃపున్యముతో ఫేజ్, విడదీయలేని  
విధంగా మార్పు చెందుతాయి. ఇవి వివరంగా  
బొమ్మ 7 లో చూపబడ్డాయి.



మన దేశంలో ప్రసారవిధానం, విస్తరణ పరివర్తనకే పరిమితమైనది. అందువల్ల దానిని గురించి కొంచెం ఎక్కువగా తెలుసుకుందాము. ఈ విధానానికి ధ్వని, వాహక తరంగాలను ఒకగుణక సాధనము (Product Device) నకు యిస్తారు. దీని “దిగుబడి” (Output) వివిధ తరంగాల సముదాయముగా ఉంటుంది. వదలిత సాధనము (Filter)ను ఉపయోగించి, మనకు కావలసిన పరివర్తిత తరంగాలనే తీసుకుని మిగతా వానిని వదలి వేస్తాము.

ఒక విస్తారకము (Amplifier) యొక్క “దిగుబడి” (Output) “పట్టుబడి” (Input)ల, నిష్పత్తిని “విస్తరణము” (Gain) గా నిర్వచించవచ్చును. ఈ విస్తరణమును ధ్వని తరంగ విస్తరణ (Amplitude) కు అనుగుణంగా మార్పు చెందించి, విస్తరణ పరివర్తనను సాధించవచ్చును.

వాహకమును వాహక ఉత్పాదకము జనింపజేస్తుంది.

ఇప్పుడు వటము 1 తీసుకుంటే : వాహక ఉత్పాదకము నుండి జనించిన వాహకము, పరిసర విలువకు, వాహక విస్తారకము ద్వారా పెంచబడి పరివర్తకమునకు యివ్వబడుతుంది. ఈ పరివర్తకమునకే, కావలసిన విలువకు పెంపబడిన ధ్వని తరంగములు (ధ్వని తరంగ విస్తారకముల ద్వారా) కూడా యివ్వబడుతాయి. పరివర్తకము నుండి వెలికి వచ్చునది పరివర్తిత వాహకము కాగా, దాన్ని పరివర్తిత విస్తారకముల (Modulated Amplifiers) ద్వారా మల్లా విస్తరించి, ఏరియల్ ద్వారా వాతావరణంలోకి ప్రసరింపజేస్తారు.

ఏరియల్ నుండి వెలువడిన పరివర్తిత వాహకము, వాతావరణంలో కాంతివేగంతో, అన్ని

దిక్కులకూ వ్యాపిస్తుంది. మధ్యమ పౌనఃపున్యపు ప్రసారము (Medium wave Broadcast) లో ఇది భూతలం మీద ప్రయాణిస్తుంది. హ్రస్వ తరంగ ప్రసారాలలో యిది ఆయనతలంలో పరావర్తన చెంది, బహుదూరం వ్యాపిస్తుంది. ఇక అతి అధ్యతి హ్రస్వ తరంగాల ప్రసారాలలో వ్యోమ తరంగం (Space wave) గా చాలా కొద్దిదూరము నకు వ్యాపించగలదు. హ్రస్వ తరంగాలు కొంత మునుకు వ్యాపించగలదు. హ్రస్వ తరంగాలు కొంత “దాటు దూరం” (Skip distance) తరువాత గాని భూమిని చేరుకోవు.

ప్రసారమును గ్రహించడానికి గ్రాహకము అవసరము.

గ్రాహకమునకు గల ఏరియల్ లో ప్రసారము లన్ని, విద్యుత్తును ప్రేరేపిస్తాయి. కాని మనకు కావలసిన స్టేషన్ ను మాత్రమే గ్రహించడానికి ‘ట్యూన్ విద్యుద్వలయాలను’ ఉపయోగిస్తాము. ఈ గ్రహింపబడిన విద్యుత్తు మైక్రో వోల్టల ( $10^{-6}v$ ) ప్రమాణంలో ఉంటుంది. అంచుచేత ఒక ట్యూన్ విస్తారకమును ఉపయోగించి దీని విలువను పెంచవచ్చు. లేదా అల్లాగే ‘మార్పిడి’ సాధనమునకు యివ్వవచ్చును.

ఏరియల్ నుండి గ్రహించిన ప్రసారాన్ని వెంటనే ధ్వని తరంగాలుగా మార్పడంలోని కొన్ని యిబ్బందులను తొలగించడానికి, మొదట ఆ తరంగాన్ని “మధ్యమ పౌనఃపున్య తరంగము” (Intermediate Frequency) గా మార్చుతారు. ఈ మార్పును “పౌనఃపున్య మార్పిడి” (Frequency Changing) అంటారు. యీ మార్పిడిలో ధ్వని తరంగాలు కేంద్రవాహకము నుండి మధ్యమ పౌనఃపున్యము మీదకు బదిలీ అవుతాయి. ఈ సాధన కోసం గ్రాహకములో కూడా ఒక తరంగ ఉత్పాదకము అవసరమౌతుంది. ఇది వచ్చే వాహక

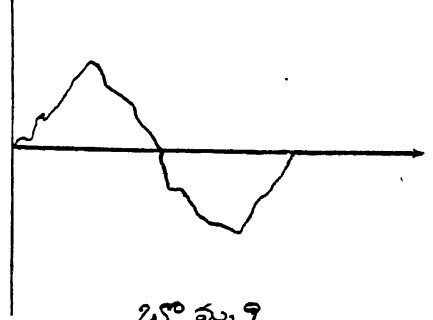
కానికీ, తనకూ మధ్య నున్న పౌనఃపున్య వ్యత్యాసాన్ని ఎప్పుడూ ఒకటి (455 కి. హె)గానే ఉండేటట్లు తరంగాలను జనింపజేస్తుంది. ఉదా॥ విజయవాడ 840 కి. హె. తీసుకోండి. విజయవాడ ట్యూన్ చేసినప్పుడు స్థానిక ఉత్పాదకము యొక్క పౌనఃపున్యము  $840 + 455 = 1295$  కి. హె. అవుతుంది. అదే మరో 770 కి. హె గ్రహించేటప్పుడు స్థానిక వాహక పౌనఃపున్యము  $770 + 455 = 1225$  కి. హె. అవుతుంది. అంటే యీ మార్పిడి సాధనము యొక్క “దిగుబడి” యొక్క పౌనఃపున్యము, (ప్రసార వాహక పౌనఃపున్యము ఏదైనా) 455 కి. హె. అవుతుంది. ఈ మార్పిడి సూత్రం కూడా ఇంచుమించు పరివర్తక సూత్రాలాగానే ఉంటుంది. కేంద్రం నుండి వచ్చిన పౌనఃపున్యమును, స్థానికంగా జనింప జేయబడిన పౌనఃపున్యమును ఒకే విస్తారకమునకు యిచ్చి, దాని “ట్యూన్లు వలయము”ను, మధ్యమ పౌనఃపున్యమునకు ట్యూన్ చేయడం చేత, మార్పిడి సాధనము యొక్క “దిగుబడి” మధ్యమ పౌనఃపున్యమే అవుతుంది.

ఈ మధ్యమ పౌనఃపున్యమును మధ్యమ పౌనఃపున్య విస్తారముల ద్వారా, ఇంకను విస్తరింప జేస్తాము. మార్పిడి సాధనము వరకు వచ్చిన వాహకము కేంద్రంనుండి వచ్చిన వాహకము కాగా, యీ మధ్యమ పౌనఃపున్యము కూడా ఇంకో రేడియో పౌనఃపున్యపరిధిలోనే ఉంటుంది. అంటే ఇంచుమించు మనం ఇంకా వాహకాన్ని వదల్చుకోనక్కర్లే.

ఇక పాలకోసం మోసిన రాయిగా వ్యవహరించిన వాహకాన్ని (మ. పౌ.) వదల్చుకోవడం అవసరం. ఎందుకు వదల్చుకోవాలి? యీ పళంగా యీ తరంగాలని లౌడ్ స్పీకర్ కు యిస్తే ఏమౌతుంది?—

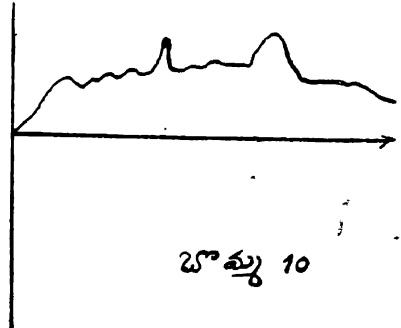
దీని ఆర్థం చేసుకుందుకు మనం ఒక చిన్న ప్రయోగం చేయవచ్చు. ఒక వ్యక్తిని మనం ఒక రేఖనుండి ముందుకూ వెనక్కూ నడవమని ఆజ్ఞలు జారీచేస్తుంటామనుకోండి. అతను ఎంత విధేయత

కలిగిన వాడైనా మన ఆజ్ఞలు ఎంతవరకు పాటించగలడు? అతన్ని ముందుకు వెళ్లమని వెళ్ళేవరకు ఆగి, తరువాత వెనక్కు రమ్మని బయలుదేరిన గీతకు మించి వెనక్కు వెళ్లమని అన్నామనుకోండి,



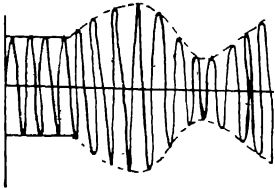
అతను మనం చెప్పిన ప్రకారం వెళ్లివస్తాడు. చూ: (పటము 9) ఇప్పుడు మనం మన ఆజ్ఞలు యిచ్చే వేగం ఎక్కువ చేస్తామనుకోండి. అతడు ఇంకా అడుగుముందుకు వెళ్ళేలోగానే వెనక్కు విల్చి మళ్ళీ వెనక్కు తిరిగేలోగానే ఇంకో ఉత్తరువు చేస్తే ఏం చేస్తాడు?— స్తబ్ధుగా ఉన్నచోటనే ఉండిపోతాడు. లౌడు స్పీకర్ లో కూడా రేడియోపౌనఃపున్యాలని ఏకంగా యిచ్చేస్తే యిది జరుగుతుంది. స్పీకరు కదలనే కదలదు.

మనం యిందాకటి ప్రయోగంలో వ్యక్తిని రేఖ రెండవ వైపుకు పిలువమనుకోండి, మొదట కొంత దూరం వెళ్లినవాడు అక్కడే అటూ ఇటూ కొట్టుకుంటూ ఉంటాడు (బొమ్మ 10.)

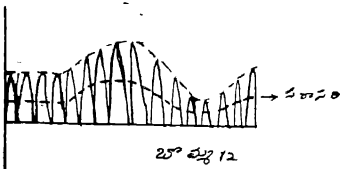




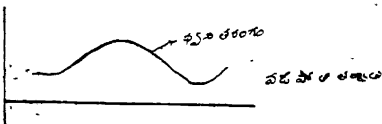
పటము (బొమ్మ) 11 లో పరివర్తిత తరంగాన్ని, లౌడ్ స్పీకర్ కు యిస్తే స్పీకర్ పలకదు. కాని యీ పరివర్తిత తరంగాన్ని ఒక నగం తరిగి వేస్తే (చూ: పటము 12) స్పీకర్ కు దత్తరేఖ (Datum Line) కు రెండవ వైపునకు రావలసిన అవసరం తప్పిపోయి, ఒక సరాసరి రేఖకు ఒక వైపునకే కదలగలదు. దీనికితోడు వాహకాన్ని వదలిపోసేస్తే ధ్వని తరంగం మాత్రమే మిగిలి పోతుంది. (పటము 13) ఈ తిరిగి వదలిపోయడాన్ని విపరివర్తనము (Demodulation). అంటారు.



బొమ్మ 11



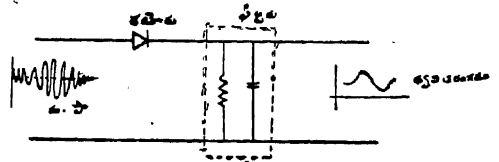
బొమ్మ 12



బొమ్మ 13

దీనికి ఒక డయోడ్ సాధనము అవసరము. యీ డయోడ్ కు రెండు ఎలక్ట్రోడులు ఉంటాయి. ఇందులో 'ఎమిటర్' ఎలక్ట్రానులను ఉత్పత్తి చేస్తుం దనుకోవచ్చును. రెండవది ఆయిన "కలెక్టర్" థానికి '+ విద్యుత్తు' యిచ్చినప్పుడు మాత్రమే 'ఎమిటర్' నుండి వచ్చిన ఎలక్ట్రానులను గ్రహించి, '- విద్యుత్తు' ఇచ్చినప్పుడు విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని సాగనివ్వదు. అంటే యిటువంటి డయోడుకు

ఏకాంతర విద్యుత్తు యిస్తే కలెక్టర్ '+' ఆయిన అర్థ అవృత్తులలో మాత్రమే విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది. అంటే యీ డయోడు 'దిగుబడి' లో '+' అర్థ అవృత్తులు' మాత్రమే మిగిలి '— అర్థ అవృత్తులు' తరిగి వేయబడతాయి. యీ డయోడుకు ఒక పిల్లర్ జతచేసి (పటము బొమ్మ 14) వీటికి



బొమ్మ 14

మధ్యమ పౌనః పున్యములను యిస్తే వీటి 'దిగుబడి' ధ్వని తరంగము అవుతుంది. ఈ వచ్చిన ధ్వని తరంగ పరిమాణము కొన్ని మిల్లీ వోల్ట్లలో ఉంటుంది. ఈ విద్యుత్తుకు స్పీకర్ ను కదిలించ గలిగిన శక్తి ఉండదు.

అందుచేత యీ ధ్వని తరంగాల విద్యుత్తును, మొదట వోల్టేజీ ఎక్కువ రెయ్యడానికి వోల్టేజీ విస్తారకములకు, ఆ పైన శక్తి విస్తారములకూ యిచ్చి, తదనంతరము ట్రాన్సుఫార్మర్ ద్వారా లౌడ్ స్పీకర్ యొక్క తీగచుట్టలోనికి ప్రవహింప చేస్తారు.

ఎలక్ట్రిక్ మోటార్ సూత్రం మీద ఆధారపడిన లౌడ్ స్పీకర్, దాని తీగచుట్టలోనికి విద్యుత్తు ప్రవహించడంవల్ల, ముందుకూ వెనక్కు కదులుతూ తనముందున్న గాలిలో కంపనాలను కలిగిస్తుంది. అయితే యీ విద్యుత్తు, మైక్రోఫోన్ ముందు జనించిన ధ్వనికి అనుగుణంగా, పుట్టినది గనుక ఇక్కడ లౌడ్ స్పీకర్, గాలిలో కలిగించే కంపనాలు అదే విధంగా ఉండి ఆ ధ్వనే ఇక్కడ వినబడుతుంది.

పైన చెప్పినది ప్రసార గ్రాహక విధానాన్ని వివరిస్తుంది.

వాడుకలో ఉపయోగించే ప్రసార విధానాలు పౌనఃపున్యమును బట్టి తరగతులుగా విభజింపబడతాయని ముందే చూచున్నాము.

విజయవాడ, విశాఖపట్నం, కడప వగైరా ప్రసారాలు 500 కి. హె. నుండి 1750 కి. హె. కి మధ్యనున్న పౌనఃపున్యముల మీద జరుగుతాయి. యీ మధ్యమ పౌనఃపున్యములు భూతలం మీద ప్రయాణిస్తూ ప్రసారకేంద్రం నుండి చుట్టూ కొన్ని వందలమైళ్ళ పరిధిలోగల గ్రాహకములను స్పందింపజేస్తాయి. ఈ దూరం ప్రసార కేంద్రశక్తినిబట్టి ఉంటుంది. ఈ కేంద్రాలు ఒకే భాషా ప్రాంతాలకు మాత్రమే స్థానిక ప్రసారాలకు ఉపయోగపడతాయి. ఇవి ఒక భాష, ఒక సంస్కృతికి చెందిన, కార్యక్రమాలనే ఎక్కువగా ప్రసారం చేస్తాయి. యీ తరంగాలు వాతావరణ మార్పులకు ఊణ ఊణమూ మారక, ప్రసార విలువ ఎక్కువగా కలిగి యుంటాయి. హ్రస్వ తరంగాలకు ఉన్న జబ్బులు కొన్ని దీనికి ఉండవు. ఉదాహరణ : హ్రస్వ తరంగాలకు 'ఫేడింగ్' జబ్బు ఉంటుంది. ఆయన తలంలో ఊణ ఊణానికి జరిగే మార్పులవల్ల విద్యుదయస్థాంత తరంగాల పరావర్తన కోణాలుకూడా ఊణ ఊణానికి మారి గ్రాహకములో అసహజమైన ధ్వని విస్తరణ మార్పులు వినిపిస్తాయి ఒకసారి కంతం నొక్కుకు పోయినట్టూ, మరోసారి గలుక్కున పెరిగినట్టూ ఉండి, ప్రసార విలువ పడి పోతుంది. ఈ జబ్బు మధ్యమ పౌనఃపున్యములకు ఉండదు. అందుచేతనే ప్రత్యేక సాధనాల ద్వారా యీ జబ్బును నివారించి, హ్రస్వ ప్రసారాలను గ్రహించి, మధ్యమ పౌనఃపున్యముల ద్వారా "రిలే" చేస్తారు.

హ్రస్వ తరంగ ప్రసారాలు ఆయనతలంలో పరావర్తన చెంది వేలకొలది మైళ్ళ ప్రయాణం చెయ్యగలవు. కాని ప్రసార కేంద్రం చుట్టూకొంత పరిధి (Skip Distance) లో ఇవి ఉండవు. విదేశాలనుండి ప్రసారాలు యీ పౌనఃపున్యముల

మీదే మనకు వినవస్తాయి. ఇవి 2.5 మె. హె. నుండి 22.5 మె. హె. ల మధ్య (18 మీటర్ల నుండి 90 మీటర్ల వరకు) ఉంటాయి. మనదేశము వంటి చాల వైశాల్యము గలిగిన దేశాలలో ఒక కొననుండి మరొక కొనకు మధ్యమ పౌనఃపున్య ప్రసారం సాధ్యంకాక ఇవి ఉపయోగింపబడతాయి. ఢిల్లీనుండి వార్తలు, "వివిధభారతి" ప్రసారాలు, శ్రీలంక ప్రసారాలు, బి. బి. సి, యివన్నీ హ్రస్వ తరంగాల ద్వారానే ప్రసారమౌతాయి. నిస్త్రుత్రీ విధానం ఉపయోగించే అంతర్దేశీయ వార్త ప్రసారాలు (Overseas Communication Series) యీ తరంగాల ద్వారానే జరుగుతాయి.

అతి, అధ్యతి హ్రస్వ తరంగాలు ప్రయాణించగల దూరం కేవలం కొద్ది మైళ్ళకే పరిమితమౌతుంది. ఇది పోలీసు వార్తా ప్రసారాలలోనూ, రైల్వేలలోను ఉపయోగపడతాయి.

రేడియో ఇంజనీరింగ్ అనే పదం యొక్క అర్థం చాలా మార్పులు చెందింది. ప్రస్తుతం ఎలక్ట్రానిక్స్ గా పిలువబడేదంతా ఒకప్పుడు రేడియో ఇంజనీరింగ్ క్రిందికి వచ్చేది కాని ప్రస్తుతం రేడియో ఇంజనీరింగ్ ను వార్తా సంబంధాలకు పరిమితం చేస్తున్నారు.

ఆసలు ఇంతకీ యిందులోని ముఖ్యసూత్రం విస్త్రుత్రీ విధానము. వార్తలుగాని, సంకేతాలుగాని, తంత్రులు లేకుండా పంపగలగడమే యిందులోని ప్రధానాంశం. డెలివిజన్, రాడార్ లలోనూ నిస్త్రుత్రీ విధానమే ఉపయోగపడుతుంది. లేజర్ ద్వారా వార్తా సంకేత ప్రసారాలు దీని క్రిందకే వస్తాయి.

"దూరపు అదుపు" (Remote Control) నకు ఇదే ముఖ్య సూత్రం. స్వయంచోదిత వాహనాల అదుపు దీనివల్లనే సాధ్యమైంది. మనం యిక్కడ నుండి పంపిన సంకేతాలను ఎక్కడో ఉన్న గ్రాహ

కము అందుకొని, తదనుగుణంగా, ఇతర సాధనాలను అదుపుచేసి, మనం చెప్పినవనులు చక్కబెడుతుంది.

రవ్వెస్తు పంపిన "లూనాఫోడ్" స్వయం చోడి తంగా చంద్రుని మీదకు వెళ్లి ఆక్సిడిమిట్టిని తెచ్చి

ఆక్సిడి వాతావరణాన్ని పరిశీలించి, హాయిగా తిరిగి వచ్చింది. ఈ "మారపు అదుపు" కేవలం రేడియో ప్రసారం వల్లనే సాధ్యం.

డా॥ కె. భాస్కరరామమూర్తి.

## 276. కంప్యూటరు

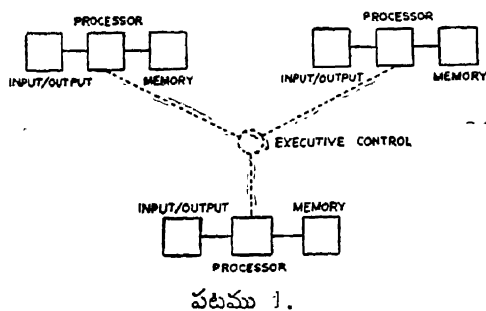
మానవుడు ఆలోచించి, విచారాలు ఒక నిర్దిష్ట పద్ధతిలో అభివృద్ధి చేస్తాడు. కాని అతని చేతులు భావ ప్రేరణలకు, వికారాలకు, లోనవుతూ ఉంటాయి. కాలము జ్ఞాపక శక్తిని కప్పి వేస్తూ ఉంటుంది. అందుచేత సంపూర్ణంగా స్ఫురణకు తెచ్చుకోవడం అతనికి అసాధ్యమవుతుంది. కాని మానవ మేధస్సుకున్న తర్క సామర్థ్యం అనంతమనుకొనవచ్చును. ఒకనాడు అతని గణితం తన ప్రేక్ష సంఖ్యను దాటిపోయినప్పుడు పూసల చట్రమును తయారుచేశాడు. గణిత సమస్యలు మరింత క్లిష్టమయినప్పుడు కంప్యూటరును నిర్మించుకొన్నాడు. కంప్యూటరు నిర్మాణము ఎలక్ట్రానిక్ రంగాభివృద్ధి వలన ముఖ్యముగా ఆర్థవాహక సాంకేతిక శాస్త్ర (Semi Conductor Technology) అభివృద్ధి వలన సాధ్యమయినది.

కంప్యూటర్లంటే ఏమిటి ?

మనిషియొక్క జోక్యము, లేక పాత్ర ఏ మాత్రము లేకుండా విభిన్న చిహ్నములను, సంఖ్యలను, అక్షరములను, వివిధ విద్యుద్దశలుగా సూచిస్తూ దత్తాంశాధారములతో సంక్లిష్ట గణిత కార్యాలు నిర్వహించే యంత్రాలే, కంప్యూటర్లు. ఆ సూచనలను తార్కికంగా గాని లేక గణితాత్మకంగా గాని మనము మన పరిభాషలోనికి మార్చుకొన వచ్చును. కంప్యూటరు వివిధ రకముల ఎల

క్ట్రానిక్ సర్క్యూట్లతో నిర్మించబడి, దత్తాంశాధారములతో తయారైన పట్టిక (Program) ప్రకారము గణిత కార్యములను నిర్వహిస్తుంది.

దత్తాంశము, కార్యక్రమములు. "జ్ఞాపక భాగము" (Memory) లేక "ప్రథమ సంగ్రహణ భాగము"లో ఉంచబడుతాయి. (చూ: పటము 1.) దానిలోని "కంట్రోలు విభాగము" (Control Unit) ఒక క్రమ రీతిని కార్యక్రమాలను 'అంక గణిత విభాగము' (Arithmetic Unit) నకు పంపుతుంది. ఆ విభాగము గణిత తార్కిక కార్యాలను నిర్వహిస్తుంది. "ద్వితీయ సంగ్రహణ భాగముగా"

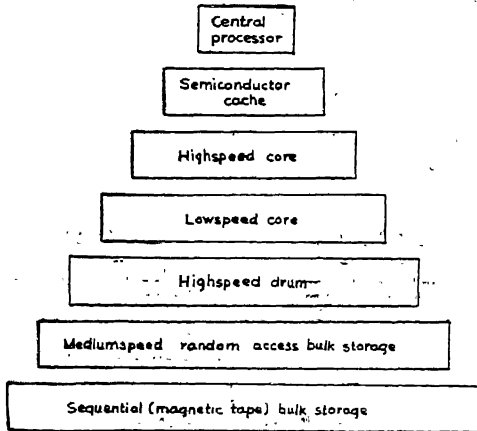


Input = అంతర్గమన విభాగము  
Memory = జ్ఞాపక విభాగము  
Output = బహిర్గమన విభాగము  
Control = కంట్రోలు విభాగము  
Processor = కార్యక్రమకర (కార్యనిర్వాహక) విభాగము.

(Secondary storage) 'అయస్కాంతపు తేపులు' (Magnetic Tapes) 'అయస్కాంత మండలాలు' (Magnetic Tapes) డ్రమ్ములు (Drums) వాడుకలో ఉన్నవి. ఇవి కావలసినపుడు సులభముగా మరియు చోట ఉపయోగించుటకు గాని, దాచుటకు గాని అనువుగా అమర్చబడి ఉంటాయి.

సంగ్రహణ భాగముయొక్క శక్తి (Capacity) ని "సామర్థ్యము" (Capacity) ద్వారా ప్రవేశకాల (Access time) ప్రమాణములో చెబుతారు. సామర్థ్యము వేల మాటల (Kilowords) లోను, ప్రవేశకాలము అల్పక్షణాల (Micro seconds) లోను ఉంటుంది. 'సామర్థ్య' మంటే ఎన్నివేల మాటలను సంగ్రహించి నిలువ చేయగలదో ఆ మాటల సంఖ్య అన్నమాట.

ప్రథమ సంగ్రహణ భాగము వేగంగా, స్వేచ్ఛగా కార్యక్రమ సమాచారాన్ని సంగ్రహిస్తుంది. కాని పెద్దదై, నిదానంగా పనిచేసే ద్వితీయ



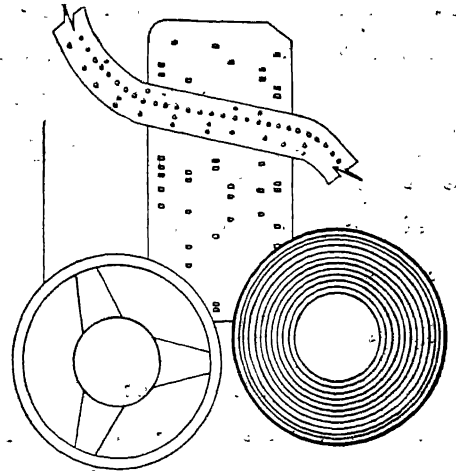
పటము - 2.

Central Processor = కేంద్ర మధ్య క్రమకర విభాగం; Semi conductor = అర్ధ వాహకము; High speed core = అధిక వేగపు కోర్; Low speed core = అల్ప వేగపు కోర్; High speed drum = అధిక వేగపు డ్రమ్; Sequential (magnetic tape) bulk storage = క్రమానుసార (అయస్కాంత తేపు) మూల ప్రమాణ నిల్వ భాగం.

సంగ్రహణ భాగం సవిరామంగా ఒక క్రమంలో మాత్రమే సమాచారానికి ప్రవేశపెడుతుంది. సమాచారము, ద్వితీయ సంగ్రహణ భాగము నుండి, ప్రథమ సంగ్రహణ భాగమునకు మారి, అవటి కార్యక్రమానంతరం మరల ద్వితీయ సంగ్రహణ భాగమునకు వస్తుంది. అందువలన ప్రథమ సంగ్రహణయొక్క సమాచార వివరమును సంగ్రహించడానికి వీలవుతుంది.

అంతర్గమన (Input, బహిర్గమన (Output) విభాగములు :

అంతర్గమన సమాచారము సాధారణముగా రంధ్రములు చేయబడిన కార్డు (Card) పై ఉంటుంది. సున్నితమైన కాంతి పేరిత సూక్ష్మబిందువుల 'కార్డ్ రీడర్' (సమాచార గ్రాహక యంత్రము - Card Reader) కంప్యూటరు అధీనములోనే ఉండి, గ్రహించిన సమాచారమును జ్ఞాపక భాగమునకు అందజేస్తుంది. (చూ: పటము 3, మరొక విధ



పటము - 3.

మయిన అంతర్గమన సమాచారము కాగితపు తేపు రూపములో ఉంటుంది. ఇటీవల అయస్కాంత లిఖిత చిహ్న గ్రాహక యంత్రములు (Magnetic Inter Character Readers) దృక్ చిహ్న

గ్రాహక యంత్రములు (Optical Character Readers) ప్రసిద్ధిలోనికి వచ్చినవి.

బహిర్గమన సమాచారము, రంద్రకర పరికరము (Card Punch) చే రంద్రములు చేయబడిన కార్డు రూపములో గాని, లేక “వాక్య రేఖ ముద్రా యంత్రము” (Line Painter) చే ముద్రితమైన కాగితమురూపంలో గాని ఉంటుంది. అంతేగాక డెలి విజన్ స్క్రీనువంటి ‘గ్రాఫిక్స్’ (Graphics) మీద గాని ‘డ్రమ్’ లేక సమతల ప్లాటర్ల నమూనాలపై గాని చూపబడవచ్చును. అయస్కాంతపు దేవు అంతర్గమన, బహిర్గమన, సమాచారములకు అధిక ముగా ఉపయోగించ బడుచున్నది. కంప్యూటర్ దేవు గమనను గుణ్య విభాగ (Tape Drive Unit) సహాయముతో అంతర్గమిత సమాచారమును చదివి బహిర్గమన సమాచారమును విడుదలచేస్తుంది. పెద్ద వ్యవస్థీకరణము గల కంప్యూటర్లలో కంప్యూటరును ఉపయోగించుటకు ‘కన్సోల్’ ద్వారా ప్రత్యక్ష సంబంధ మేర్పరచుకొన వచ్చును. దీనికి డైవ్ ట్రెక్ లోకు ఉన్న కీ బోర్డు వంటిది ఉంటుంది. ముద్రా యంత్ర సహకరణం కూడా ఉండవచ్చును.

**కార్యక్రమములు (Programs) :**

ఒక విశిష్టమైన కార్యమును నెరవే ఆజ్ఞల సంపుటి నంతటిని ‘కార్యక్రమము’ అని వ్యవహరిస్తారు. ఈ కార్యక్రమాన్ని కంప్యూటర్లు ఒక నిర్దిష్ట పద్ధతిలో నిర్వహిస్తాయి. దత్తాంశాన్ని బట్టి అవసరాను గుణ్యంగా అవి మార్పు చేయడం కూడ కద్దు. సామాన్య కార్య నిర్వహణలకు ఉపయోగించే కార్యక్రమాలను “ఉప నియమిత చర్య (Sub-routine)” అని వ్యవహరిస్తారు. కార్యక్రమాలు అన్నీ “సమగ్ర కార్యక్రమ సమాచారము (Library)” గా అయస్కాంత దైవువై వ్యవస్థీకరించబడుతాయి. కార్యక్రమము జరుగుచున్నప్పుడు అవసరమైన పోట్ల తగిన ఉపనియ

మితములను జోడించ వచ్చును. అందుచేత ప్రతి సారి కార్యక్రమములో వలసిన ఉపనియమితములను, తయారు చేయనక్కర లేదు. ఒక్కొక్క సారి ఒకటిగాక విభిన్నములయిన దత్తాంశములతో అయినప్పటికీ మరల మరల ఆజ్ఞలను నిర్వర్తింప జేయవచ్చును. ఈ పద్ధతిని ‘లూప్’ (Loop) అంటారు. ఈ కార్యక్రమములన్నింటిని నిర్వర్తించుటకు కావలసిన దత్తాంశములు, సామాన్యముగా పట్టికలలో గాని, ప్రెళ్ళలోగాని, రికార్డులలో గాని, రికార్డు చేయబడుతాయి. పెద్ద క్లిష్టమైన దత్త సమాచారము (Data Base) గ ఉంటుంది. జాతీయ పారిశ్రామికాభివృద్ధి కార్యాలను సక్రమంగా నిర్వహించడానికి, కార్య రూపం ధరింప జేయడానికి దాం దత్తాంశాధారములు అవసరమవుతాయి.

కంప్యూటరు చెప్పినట్లు మాత్రమే చేయగలదు. అందువలన ఎంత చిన్న తప్పును చేసినప్పటికీ, అది అర్థ రహితంగా సమాచార మిస్తుంది. అందు వలన సమాచారము ముందుగా సరిచూచుకొనబడి, తప్పులన్నీ తొలగించ బడుతాయి దీనిని ‘నిర్దిష్ట కరణము’ (Debugging) అంటారు. ఇదే విధంగా పరికరాల్లో ఏ విధమైన తప్పు అమరికలున్నప్పటికీ, అవి జాగ్రత్తగ సరిచేస్తారు. ఈ విధంగా సరి చేయడానికి జాగ్రత్తగ సరిచేసిన, సంపూర్ణంగా నిర్దిష్టమైన సమాచారాన్ని ప్రవేశ పెట్టి గమనిస్తారు. దీనిని యంత్ర నిర్దిష్ట కరణం (Diagnostics) గా పరిగణించ వచ్చును.

యంత్ర పరిభాషలోనే కార్యక్రమము వ్రాయుట క్లిష్టతరము. అందువలన లేఖకుని సౌభ్యము కొరకు పరిణితి చెందిన భాషలు, ఉపయోగిస్తారు. వైజ్ఞానిక అనువర్తనములకు ‘ఫోర్ట్రాన్’ (Fortran), వాణిజ్య సంబంధాను వర్తనములకు కోబాల్ (Cobol)లు అట్టి పరిణితి చెందిన భాషలు, వీటి సుపయోగించడం వలన లేఖకుడు కార్యక్రమములను స్వల్ప అభ్యాసముతోనే విభజించ

వచ్చును. కాని కంప్యూటరును అర్థమయ్యే భాష యాంత్రిక భాష; కాని లేఖకుడు ఉపయోగించునది మరి యొకటి- అనగా ఫోర్ట్రాన్ లేక కోబాల్. ఈ రెండింటిని సంధానించడానికి, పరస్పరావగాహనకు కంప్యూటరులో సంగ్రహించి(Compile)సామూహికరించి(Assemble), భాషాంతరీకరించే (Interpretation & Translate) సాధనములు ఉండాలి. ఇవి సాంకేతిక భాషను సానుగుణ్యంగా యాంత్రిక భాషలోనికి అనువదిస్తాయి. ఈ కార్యక్రమము నిర్వహించు సాధనములను సిస్టమ్ సాఫ్ట్‌వేర్ (System Software) అంటారు. ఈ సిస్టమ్ సాఫ్ట్‌వేర్‌ను తయారు చేయడానికి సుశీలితులయిన వారు కావలసి ఉంటుంది.

**కంప్యూటర్ నిర్వహణ పద్ధతులు :**

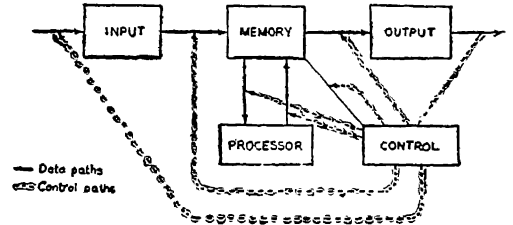
కంప్యూటర్ కేంద్రంలో కార్యక్రమాలు, విభజించడానికి ప్రత్యేకముగా శిక్షణ యివ్వబడిన సిబ్బంది ఉంటుంది. బయటివారు కూడా వారి కార్యక్రమాల వలితాల కోసం కంప్యూటర్లను ఉపయోగించడానికి అనుజ్ఞ యివ్వబడుతుంది. కంప్యూటర్ నిర్వాహకుడు కార్యక్రమాల సంపుటిని సామూహికరించి ఒకదాని తర్వాత ఒకటిగా కంప్యూటర్లో ప్రవేశపెట్టుతాడు. అదే విధంగా బహిష్కరించు సమాచారాల సంపుటిని కూడగ్రహిస్తాడు. అటువంటప్పుడు సమాచారం అంతర్గమించడానికి, బహిష్కరించడానికి మధ్యకాలం అధికంగా ఉండవచ్చు. కాలహరణాన్ని అధిగమించడానికి యిప్పుడు విభిన్న నిర్వహణలను ఒకేసారి, ఒకేచోట పని పంపకం (By sharing time) వలన నిర్వహిస్తున్నారు.

**కంప్యూటర్ అంత్యాలు ( Terminals )**

కంప్యూటరు ప్రధాన భాగములకు దూరముగ అమర్చబడి ఉండవచ్చును. అయినప్పటికిని అవి కంప్యూటరు యొక్క ఆధీనములోనే ఉండి, సమా

చార ప్రవేశానికి వీలు కలిగిస్తాయి. అందువల్ల ప్రత్యుత్తరము అతి త్వరితముగా యివ్వడం సాధ్యమవుతుంది. మన స్వాభావిక భాషకు దగ్గరగ ఉండేటట్లుగ పదాలు, వాక్యాంతో కంప్యూటర్లతో సంసర్గం (Communication) జరుగవలెనంటే దానికి చాల అభివృద్ధి చెందిన కంప్యూటర్లు కావలసి ఉంటుంది.

ఒక కార్యక్రమంలో యిచ్చిన నిర్వహణలకు సమాచార ప్రవేశ నిర్గమనాలు అధికం కావలెనంటే అదనముగా జ్ఞాపక భాగములు, నిర్వహణ ఉపవిభాగములు, విభాగములు అవసర మవుతాయి. విభిన్న భాగముల మధ్య భౌతిక దూరములు అత్యల్పముగ నున్నప్పుడు దానిని 'అతి సన్నిహిత కంప్యూటర్ నెట్ వర్క్ (Close coupled Computer Network) అంటారు. (చూ: పటము 4.)



పటము 4.

Processor = కార్యక్రమ విభాగము;  
Input Output = అంతర్గమన, బహిష్కరించు విభాగములు; Memory = జ్ఞాపక విభాగము; Control = కార్యనిర్వాహక కంట్రోలు విభాగము.

వనరులను సక్రమంగా ఉపయోగించడానికి [‘Soft ware’](Executive(పాలక))[Monitor (నిర్వహణ), Supervision (అణమాయిషి) నిర్వహణముగా ఉండాలి. అటువంటప్పుడు కార్యక్రమ మంతయు నిర్ణీత పద్ధతిలో నిర్వహించడం సాధ్యమవుతుంది.

కంప్యూటర్ల వ్యవస్థలు భౌగోళికంగా అత్యంత దూరాల్లో ఉండి, అవి కలుపబడినప్పుడు దానిని ‘కంప్యూటర్ నెట్‌వర్క్’ అంటారు.

సూక్ష్మ కంప్యూటర్లకును, పెద్ద కంప్యూటర్లకు ఉండవలసిన అత్యవసర భాగములన్నియు ఉంటాయి. అయితే యిది విశిష్టముగ (Specific) కొన్ని అనువర్తనములకు మాత్రమే వినియోగింపబడుతుంది. అందువలన అక్షర పరిమాణములోను, నిర్వహించే పరికరముల, జ్ఞాపక భాగ, పరిమాణములలోను, పరివృత (Peripheral) పరికరముల పరిమాణములలోను, పరిమితంగా ఉంటుంది. కంప్యూటర్ ఉపయోగము బహుళవ్యాప్తి చెందడానికి సూక్ష్మ కంప్యూటర్ల తక్కువ ధర కూడ కారణము.

### అనువర్తనములు (Applications) :

కంప్యూటర్లు కూడిక, తీసివేత, గణకాంశము, భాగహారములు, మాత్రమే కాదు; అంతకు మించి ఎంతో గణనీయమైన నిస్సంఖ్యా కార్యములను కూడ నిర్వహించ గలవు. అన్ని విధములైన నిర్వహణలకు చిహ్నములే ఆధారములు. నిర్వహణ పరిమితులు (Process Controls), భాషాంతరీకరణములు, యుద్ధ తంత్ర, క్రిడా విషయిక విషమ సమస్య పరిష్కారములు, కృత్రిమ మేధ (Artificial Intelligence) మొదలైనవి అట్టి నిర్వహణలు.

ఆర్థిక విషయాధార పరిశ్రమలను నిర్వహించడానికి, నిత్యావసర వస్తువుల సత్వర పంపిణీలకు, సమర్థవంతమైన కార్య నిర్వహణలకు కంప్యూటర్లు అత్యవసరాలు. సమాచార వ్యవస్థలు (Information Systems) దత్తాంశ సూక్ష్మీకరణము (Data Reduction)ను పునః స్థూలీకరణ కార్యము (Retrieval)లను నిర్వహిస్తాయి.

కంప్యూటర్లు వాతావరణమును ముందుగా తెలిసికొనడానికి, ప్రయాణపు రిజర్వేషన్లకు, వైద్య

నిర్ణయాలకు, నేరస్థులను గుర్తించడానికి విరివిగా ఉపయోగించబడుతున్నాయి.

ప్రపంచం మొత్తం మీద పోల్చి చూస్తే ప్రపంచములోని లక్ష కంప్యూటర్లలో మన దేశములో 260 మాత్రమే ఉపయోగములో ఉన్నవి. స్వదేశీయ పరిశ్రమల స్థాపనము వలన యీ సంఖ్య అధికము కాగలదు. రాబోవు అయిదు సంవత్సరములలోను, సుమారు వేయి చిన్న కంప్యూటర్లు అవసరమవుతాయని అంచనా వేయబడినది. అన్ని రంగములలోను దీనియొక్క ప్రభావము ఉంటుంది.

విద్యా, వాణిజ్య, పారిశ్రామికాది వివిధ కార్య నిర్వాహణ రంగములలో సుశీతులైన సిబ్బందిని నియమించుటకు నిర్విరామ కృషి సలుప వలసిన అవసరమెంతయైనను కలదు. పారిశ్రామికంగా దేశమభివృద్ధి చెంది, మానవుడు గౌరవముగా, తలెత్తుకొని తిరిగే విధముగా సంఘము, ఏర్పడడానికి కంప్యూటర్లు ప్రముఖ పాత్ర వహిస్తాయని చెప్పడానికి సంతయించ నవసరము లేదు.

కంప్యూటర్ల రంగము సర్వ జనాకర్షకమయినది. మానవ మేధస్సుకు యీరంగమొక సవాలు వంటిది. సత్ప్రతిభలము నొసగ గలిగినది.

డా॥ డి. వి. ఆర్. వితల్.

### Bibliography,

1. "Faster Than Thought" B. W. Bowden, Pitman (1959).
2. Basic Machine Principle, J K. Iliffet. Macdonald, 1968.
3. Principles of Digital Computer Programming. V Rajavarman. Prentice Hall. 1970.

## 277. సమాచార ఉపగ్రహాలు (Communication Satellites)

**కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు (Artificial Satellites) :-** సూర్యుడు, భూమి వంటి గ్రహాల గురుత్వాకర్షణ ఆధారంగా ఆవర్తన (Periodic) కక్ష్యల (Orbits) లో ప్రవేశ పెట్టబడిన మానవ నిర్మిత సమాచార ప్రసార సాధనములు.

ఇప్పటివరకు కేవలం ఐదు దేశాలు-అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములు, సోవియట్ యూనియన్, ఫ్రాన్సు, జపాన్ మరియు చైనా మాత్రమే యీ ఉప గ్రహాలను కక్ష్యలో ప్రవేశపెట్ట గలిగే సాంకేతిక పరిజ్ఞానాన్ని కలిగియున్నాయి.

ఇప్పటిప్పటి భారత దేశము కూడ ఈ శాస్త్ర రంగంలో ప్రవేశించింది. సోవియట్ యూనియన్ సహకారంతో ఎక్స్-రే ఖగోళ శాస్త్రము బాహ్య అంతరాలము (Space) నుండి, ఎక్స్-రే ఉద్గార (Emission) పరిశోధనల వంటి ప్రయోగాలకై ఏప్రిల్ 19, 1975 నాడు "అర్జుభట్" అను కృత్రిమ ఉపగ్రహాన్ని కక్ష్యలోనికి ప్రవేశపెట్టింది. ఈ ఉపగ్రహం విజయవంతంగా కక్ష్యలో పరిభ్రమిస్తూ ఎంతో అమూల్యమైన దత్తాంశములను (data) భూ కేంద్రాలకు అందిస్తూ ఉన్నది. అంద్ర ప్రదేశ్ లోని శ్రీహరికోట, మాస్కోలోని బేర్ లేక్ (Bear Lake) మరియు ఫ్రాన్స్ దేశము యీ ఉపగ్రహగతిని అనుసరిస్తూ ఉన్నవి.

ఈ కృత్రిమ (Artificial) ఉపగ్రహాలు, సైన్యానికి, పలుకాలుగా, ఉపయోగపడటమే కాకుండా, సమాచార ప్రసారం, వాతావరణ పరిశీలన, విమానయాన సముద్రయాన మార్గ దర్శకత్వము, వికిరణ (Radiation) ప్రచోదన

(Monitoring) వంటి నిత్యావసర ప్రయోజనములకు యితోధికంగా తోడ్పడి సాంఘిక జీవితానికి మెరుగులు దిద్దుతున్నవి. ఈ వ్యాసంలో ఉపగ్రహాలు సమాచార ప్రసారంలో ఎలా ఉపయోగపడతాయో విశదీకరింప బడింది.

**చరిత్ర :**

మొట్ట మొదటి సమాచార ఉపగ్రహము నాసా (Nasa) సంస్థచే "ఎకో-1" (Echo 1) అనే పేరుతో 1960 లో కక్ష్యలో ప్రవేశ పెట్టబడినది. ఈ ఉపగ్రహము ఉత్పతనము చెందు చూర్ణముల సహాయముతో ఒక వంద అడుగుల వ్యాసంగల గుమ్మటంగా కక్ష్యలోకి ప్రయోగింప బడినది. 0.0005 అంగుళాల మందంగల దీని పైభాగం బాష్పీకృత అల్యూమినియం పూతలో ఒక ఉన్నత మైన పరావర్తన (Reflecting) ఉపరితలంగా ఉండి అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రాల నుండి విద్యుత్ సంకేతాల (Electric Signals) ను ఇంగ్లండుకు ప్రసారం చేసింది. "ఎకో 1" కక్ష్యలో ఉన్న మొదటి పద్దెనిమిది వారాలలో దాదాపు, 150 ప్రయోగములు జరుపపడ్డాయి. రాను రాను కాలం గడిచే కొద్దీ "ఎకో 1" గుమ్మటకారాన్ని కోల్పోయి పరావర్తిత విద్యుత్ సంకేతాల్లో ఉత్కృష్టత (Quality) దిగజారి పోయినది. ఈ కారణంగా మరికొంత మందంగల అల్యూమినియం రేకుల ఉపరితలంతో "ఎకో 2" క్రి. శ 1964 లో కక్ష్యలోకి ప్రయోగింప బడినది. ఈ "ఎకో-2" ఉపగ్రహాన్ని సోవియట్ యూనియన్ కూడ, అమెరికాతో కుదుర్చుకున్న సంయుక్త ఒప్పందం, ప్రకారం ఉపయోగించినది. "ఎకో" ఉపగ్రహం ప్రయోగాలతో



సమాచార ఉపగ్రహ సాంకేతిక శాస్త్రం (Communication Satellite Technology) చురుకైన (Active) రిపీటర్ (Repeater) ఉపగ్రహంపై కేంద్రీకృతం చేసింది. ఆ తర్వాత ప్రయోగింపబడిన "టెల్ స్టార్" (Telstar) ఉపగ్రహం వరుస మొట్టమొదటి సైనికేతరోపయోగపు చురుకైన రిపీటర్ ఉపగ్రహాలు, క్రి.శ 1962 లో నాసా (Nasa) సంస్థ మైక్రోవేవ్ (Microwave) సమాచార వలయముల (Communication Circuits)ను రూపొందించిన ఉపగ్రహంను ప్రయోగించింది. ఈ టెల్ స్టార్ ఉపగ్రహాలు 600 మెగాహర్ట్ (MHz) పౌనఃపున్యము (Frequency)తో విద్యుదయస్కాంత (Electro magnetic) సంకేతాల (Signals) ను గ్రాహకం (Receive) చేసి తిరిగి యీ సంకేతాలను 4170 మెగాహర్ట్  $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$  పౌనఃపున్యము (Frequency)తో ప్రసారం (Transmit) చేసేవి. ఇందులో సంకేతాలను,  $10^3$  రెట్లు (Times) ప్రవృద్ధం (Amplify) చేసే చలన తరంగ ట్యూబ్ (Travelling Wave Tube) లు ఉపయోగింప బడ్డాయి. ఈ ఉపగ్రహాల్లో లభ్యమయ్యే విస్తృత పౌనఃపున్య పట్టి సరణి (Wide Frequency Band Channel) 600 ఏకమార్గ (One way) వాగ్దలయము (Voice Circuit) లను, ఒక దూరదర్శని (Television) సరణి (Channel)ని లేదా 60 ద్విమార్గ (Two-way) సంకీర్ణ పౌనఃపున్య పట్టి (Narrow Frequency Band) సంకేతాలను ప్రసారంచేసే సామర్థ్యాన్ని (Capability) కలిగియుండినది. తన పదహారు పరిభ్రమణల (Revolutions)లో "టెల్ స్టార్" ఒక ప్రెంచి దూరదర్శని (Television) కార్యక్రమాన్ని రిలే (Relay) చేయగలిగి యీ సమాచార ప్రసారం క్రి. శ. 1963 లో ఉపగ్రహ ప్రసార శక్తి తగ్గిపోయేంత వరకు కొన

సాగింది. అప్పుడు అదే సంవత్సరంలో రెండవ "టెల్ స్టార్" కక్ష్య (Orbit) లోకి ప్రయోగింపబడింది.

ఈ సందర్భమున సమకాలీన సమాచార ఉపగ్రహం (Synchronous Communication Satellites) ను గూర్చి తెలిసికొందాము. వీటిని గూర్చి క్రి.శ. 1945 నాటికే ఆర్థర్. సి. క్లార్కు (Arthur C. Clarke) అనే బ్రిటిషు శాస్త్రజ్ఞుడు తెలిపిఉన్నాడు. ఒక అంతరిక్ష నౌక (Space Craft) ను భూమధ్యరేఖ (Equator) పై సరిగ్గా 22,800 మైళ్ళ ఎత్తున కక్ష్యలో ప్రవేశ పెట్టిన 24 గంటలలో ఒక పరిభ్రమణమును పూర్తి చేస్తూ భూమధ్య రేఖపై నిశ్చలంగా (Stationary) ఉన్నట్లు కనబడుతుంది. ఇలాంటి మూడు ఉపగ్రహాలను  $120^\circ$  తేడాతో అంతరిక్ష కక్ష్యలో ప్రయోగించిన మొత్తం ప్రపంచంతో వారా ప్రసారాలు కొనసాగించ వచ్చును.

క్లార్కు సూచనను నాసా (Nasa) సంస్థ సమకాలీన సమాచార ప్రసార కార్యక్రమము (Syncom Programme)లో ప్రయోగాలతో పరీక్షించింది. రెండు వాట్ల (Watts) శక్తిగల చలన తరంగ ట్యూబ్ (Travelling wave Tube) లను కలిగిన ప్రసార-గ్రాహక (Transformer) పరికరములతో సమకూర్చబడిన సమకాలీన సమాచార ఉపగ్రహము (Syncom Satellite) చిత్ర ప్రసారాన్ని (Fascionile), ద్విమార్గ (Two-way) వాక్ సందేశ (Voice message) ప్రసారాన్ని నిర్వహించటమే కాకుండా న్యూ జెర్సీ (New Jersey) పట్టణానికి ఎక్కడో అప్రికా-టిర ప్రదేశంలో ఉన్న నౌకలకు మధ్య దలంత సంకేత (Data Signals) ప్రసార సంబంధాన్ని నెలకొల్పింది.

**వాణిజ్య ఉపగ్రహాలు** (Commercial Satellites) :

సమాచార ఉపగ్రహాలను అంతర్జాతీయ వార్తా ప్రసారాలకై వాణిజ్య సరళిలో వాడుకునేందుకు క్రీ. శ. 1984 ఆగస్టు నెలలో ఒక అంతర్జాతీయ సంస్థ (International Consortium) రూపొందించినది. క్రీ. శ. 1988 నాటికి భారత దేశముతో పాటు, 60 దేశాలు యందులో (Intelsat) సభ్యులుగా చేరినవి.

“ఆర్లీ బర్డ్” (The early bird) లేక ఇంటర్ స్టాట్ 1 (Intelstat 1) అనే ఉపగ్రహము ఏప్రిల్ 6, 1985 నాడు కేవల తెనడి నుండి కక్ష్యలోకి ప్రవేశపెట్టబడినది. ఈ ఉపగ్రహము 240 ద్వీమార్గ వాక్ సందేశ ప్రసారాలనే గాక ఉత్తర అమెరికా ఐరోపాల మధ్య దూరదర్శిని (Television) ప్రసారాలతో బాటు పలు విధములైన వార్తా ప్రసారాలను అందజేయ గలిగినది.

వాణిజ్య వార్తాప్రసారాలను విస్తృత పరచే కార్యక్రమంలో “ఆర్లీ బర్డ్” తర్వాత క్రీ. శ. 1987 లో వరుసగా మూడు ఉపగ్రహాలు ప్రయోగింప బడినవి. ఇంటర్ స్టాట్ II అనే పేరు పెట్టబడిన ఈ మూడు ఉపగ్రహాలు 50 అంగుళముల వ్యాసము, దాదాపు 160 పౌన్ల బరువు కలిగి సమకాలీన (Synchronous) కక్ష్యలో పరిభ్రమిస్తూ కనీసము 240 ద్వీమార్గ వాగ్యలయాం (Voice circuits) ప్రసార శక్తిని కలిగియుండి, పసిఫిక్ ప్రాంతంలో వార్తా ప్రసారాలను నిరాహుటంగా వాణిజ్య సరళిలో అందజేసినవి.

క్రీ. శ. 1988 లో యీ ఇంటర్ స్టాట్ కార్యక్రమాలు బాగాభివృద్ధి చేయబడి, క్రీ. శ. 1989లో ఇంటర్ స్టాట్ III అనే ఉపగ్రహములు కక్ష్యలోకి ప్రయోగింప బడినవి. ఈ ఉపగ్రహాలు అట్లాంటిక్, పసిఫిక్ మరియు హిందూ మహా

సముద్ర ప్రాంతాల ప్రసారాలకు ఉపయోగపడతూ, 1200 ద్వీమార్గ (Two way) వాగ్యలయ (Voice circuit) శక్తిని సంతరించుకున్నవి. ఇందులోని ప్రతి ఉపగ్రహము దూరదర్శిని (Television) దూరవాణి (Telephone) మరియు దత్తాంశ సంకేత (Data - Signal) ప్రసారాల వంటి పలు విధములైన ప్రసార సరణులను (Channels) కలిగి ఉన్నవి.

**ఉపగ్రహ బోధనాత్మక దూరదర్శిని ప్రయోగము** (Satellite Instructional Television Experiment)

భారత దేశము, అధికా మరియు జపాన్ దేశాలలో ఉపగ్రహ కార్యక్రమాలకై నాసా (Nasa) సంస్థ క్రీ. శ. 1975 ఒక సాంకేతిక శాస్త్ర అనువర్తన ఉపగ్రహాన్ని (Application Technology Satellite AT. S-6) కక్ష్యలోకి ప్రవేశపెట్టింది. ఈ కార్యక్రమంలో దూరదర్శిని (Television) ప్రసారాలకై అహమ్మదాబాద్ మరియు ఢిల్లీ పట్టణములలో రెండు ప్రసార కేంద్రాలు స్థాపించబడినవి. ఈ ఉపగ్రహము 6 గెగాహెర్ట్ (గెగాహెర్ట్ =  $10^9$  Hertz) పౌనఃపున్యముతో పనిచేస్తూ 860 మెగాహెర్ట్ పౌనఃపున్యముతో దూరదర్శిని కార్యక్రమాలను ప్రసారం చేస్తున్నది. ప్రస్తుతానికి భారత దేశపు ఆరు రాష్ట్రాలు - ఆంధ్ర ప్రదేశ్, కర్ణాటక, మధ్యప్రదేశ్, ఒరిస్సా, బీహార్ మరియు రాజస్థాన్లలో గ్రాహక (Receiving) కేంద్రాలు 2500 లకు పైగా దూరదర్శిని గ్రాహక ఉపకరణములు పనిచేస్తూ ఉన్నవి. ఈ ఉపకరణములకు 10 అడుగుల వ్యాసం గల దగ్గర దగ్గరగా అల్లిన జల్లెడలాంటి చికన్ మెష్ అల్యూమినియం యాంటెనా (Antenna) లు సమకూర్చబడినవి. వీటితో బాటు 860 మెగాహెర్ట్ పౌనఃపున్యము (Frequency) తో ప్రసారమయ్యే

సంకేతాలను, మామూలు దూరదర్శిని పద్ధిలో ప్రసారమయ్యే 68 మెగా హెర్ట్స్ పౌనఃపున్యమునకు మార్పుటకై, ఫ్రంట్ ఎండ్ కన్వర్టర్ (Front end Converter) అనే ఒక సాధనము గూడ ఉన్నది. ప్రస్తుతము కిన్యా దేశపు హద్దుల్లోఉన్న యీ "సాంకేతిక శాస్త్ర అనువర్తన ఉపగ్రహము" జపాన్ దేశము వైపు తరలించబడవచ్చును.

**భావి ప్రణాళికలు (Future Systems) :**

ప్రస్తుతము కక్ష్యలో పరిభ్రమిస్తున్న వార్తా ప్రసార ఉపగ్రహాలు కేవలము భూమిపై స్థిరంగా ఉన్న కేంద్రములతో మాత్రమే ప్రసారాలను కొనసాగించగలుగు చున్నవి. ఈ ఉపగ్రహాలనే అంతరిక్ష నౌకల మధ్య, అంతరిక్ష నౌక-భూ కేంద్రముల మధ్య, అంతరిక్ష నౌక, చంద్ర మండలము. మధ్య వార్తాప్రసార సాధనంగా ఉపయోగించే కాలం ఎంతో దూరంలో లేదు. ప్రపంచ జనాభాతో పాటు విస్తరించి పోతున్న వార్తా ప్రసార అవసరాలను తట్టుకునేందుకు అధునాతన ఉపగ్రహం సృష్టి

జరుగుచున్నది. దైనందిన జీవితంలో విదదీయరాని భాగంగా మారిపోతున్న దూరదర్శిని (Television) కార్యక్రమ ప్రసారాలు, మనకు అతి సన్నిహిత మవుతాయి. కంప్యూటర్ (Computer) లో పదిలపరచిన (Stored) కార్యక్రమాలు త్వరితంగా అతి రక్షత (Efficiency) తో, మిక్కిలి చౌకగా ప్రపంచం నలుమూలలకు లభించుతాయి. ఆకాశంలో విహంగాలలాగా పయనిస్తున్న విమానాలతో, జలోపరితలం పై సాగిపోతున్న నౌకలతో ఉపగ్రహ వార్తా ప్రసార సౌకర్యము, సముద్ర యానాన్ని, ఆకాశ యానాన్ని ప్రపంచంలోని అన్ని వైపులకు, అన్ని ఋతువులలో సుగమం చేస్తుంది. ఈ రోజు మనము రేడియో కార్యక్రమాలు విన్నట్లే, ఉపగ్రహ వార్తా ప్రసారాలు జగత్తులోని అన్ని పట్టణాలను, దూరదర్శిని కార్యక్రమాలతో కలిపి, కన్నుల పండువుగావిస్తాయి.

మూలం. డా. అల్లాడి ప్రభాకర్

తెనుగు : శ్రీ. ఆర్. నదాశివ శర్మ

## 278. ఎలక్ట్రాన్ సాధనములు (Electron Devices)

**చరిత్ర :**

క్రీ.శ. 19 వ శతాబ్దపు చివరి భాగంలో ఫ్రెమింగ్ (Fleming) అనే శాస్త్రజ్ఞునిచే తాపయాన (Thermionic) వాక్యూడయోడ్ (Vacuum diode) పరికర ఆవిష్కరణ, ఎలక్ట్రాన్ పరికరాల శకమునకు నాంది పలికింది. అప్పుడు గూడ రేడియో గ్రాహక యంత్రముల (Radio receivers) లో క్రిస్టల్ డయోడ్లు (Crystal diode) విరివిగా ఉపయోగపడుతూ వచ్చినవి శూన్య

ట్రయోడ్ (Vacuum Triode) మరియు తత్సంబంధ సాధనములు 20 వ శతాబ్ద ప్రారంభంలో అవతరించినవి. ఇవన్నీ ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలలో వాడబడుతూ బహుళ ప్రచారం పొందినవి.

క్రీ.శ 1948 లో బెల్ టెలిఫోన్ ప్రయోగశాల (Bell Telephone Laboratory) వారిచే రూపొందించబడ్డ ట్రాన్సిస్టర్ (Transistor) సాంకేతిక శాస్త్ర ఆకాశాన ద్రువ తారగా వెలుగొంది ఎలక్ట్రానిక్ సాధనాల జగత్తులో ఒక ఉత్తేజాన్ని,

ఉష్ణాల భవిష్యత్తును కలిగింపజేసింది. తాపయాన సాధనము (Thermionic Device) లతో పోల్చి నపుడు పరిమాణములో ట్రాన్సిస్టర్లు (Transistor) చిన్నవిగా వుండటమే కాకుండా, ఎక్కువ నమ్మక (Reliability) ను దృఢత్వము (Ruggedness) ను మరియు అధికోత్పత్తికి అమరిక (Amenability) ను కలిగివున్నవి. క్రీ.శ. 1950 చివరి భాగంలో చాలా మటుకు తాపయాన (Thermionic) సాధనముల స్థానే ట్రాన్సిస్టర్లు (Transister) మరియు తదితర అర్ధవాహక (Semiconductor) పరికరములు - తక్కువ పవర్ (Power) సాధనాలలో - వాడుకలోకి రావటం జరిగింది. దాదాపు యిదే సమయంలో జర్మేనియం (Germanium) అర్ధవాహక (Semiconductor) సాంకేతిక పరిజ్ఞానముకూడ అభివృద్ధి చెంది, జర్మేనియంతో చేయబడ్డ ట్రాన్సిస్టర్లు స్విచింగ్ (Switching) ప్రక్రియలో ఉపయోగింపబడినవి. సిలికాన్ - మరియు జర్మేనియం మూలక మిశ్రమంతో తయారు చేయబడిన ట్రాన్సిస్టర్లు ఒకమాదిరి నుండి ఎక్కువ పవర్ (Power) గల శ్రవ్య పౌనఃపున్య (Audio-frequency) ప్రక్రియలో ఉపయోగింపబడినవి. జర్మేనియం మూలకముతో తయారు చేసిన సాధనములకంటే సిలికాన్ సాధనములు అధికోష్ణోగ్రతలో పనిచేయగలిగే సామర్థ్యంకలవి కాబట్టి ఈ శతాబ్ది అరువదుల మొదటిభాగంలో సిలికాన్ సాధనాల ఉపయోగం ముందంజ వేసింది. విసరణ (Diffusion) విధానంతో తయారయే సాధనాలు ఏబియం ఉత్పాదంలో ఉత్పత్తి అయినప్పటికీ వాటికి స్వాభావిక (Inherent) ఉపరితల ప్రస్తర (Surface Passivation) లేవి. కొరతగా మిశ్రమ మూలక (Alloy) సాధనాలను అధిగమించలేక పోయినవి. నమ్మకమైన ఎలక్ట్రాన్ సాధనాల ఉత్పత్తిలో, క్రీ.శ. 1960 లో మొదలయ్యే దశాబ్దంలో తరల

వత్తిన సిలికాన్ సమతల సాంకేతిక పరిజ్ఞానము (Silicon Planar Technology) ఒక సంచలనాన్ని కలిగించింది. దీనితో వివిక్త సాధనాలు (Discrete devices) లో ఉత్పత్తి పెరిగిపోయి సాధనాల తయారీలో ఉత్కృష్టత (Quality) కు, పనితీరు (Performance) కు, సూక్ష్మీకరణ (Minimization) కు దాడితీసింది.

ఈ సాంకేతిక పరిజ్ఞానము యింకొంత పరిశోధనతో ముందంజ వేసి, సూక్ష్మీకరణ (miniaturization) కు, అతిసూక్ష్మీకరణ (micro-miniaturization) కు సమాకలన సాధనాలు (Integrated device) ల అభివృద్ధికి దోహదం చేసినది.

గడచిన ఆరేడు సంవత్సరాలనుండి మనదేశంలో కాంటినెంటల్ డివైసెస్ (Continental Devices), సెమి-కండక్టర్స్ లిమిటెడ్ (Semiconductors Ltd), భారత్ ఎలక్ట్రానిక్స్ లిమిటెడ్ (Bharat Electronics Ltd), ఎలక్ట్రానిక్స్ ఆఫ్ కంప్యూటర్స్ లిమిటెడ్ (Electronics of Computers Ltd), ఎలక్ట్రానిక్స్ కార్పొరేషన్ ఆఫ్ ఇండియా లిమిటెడ్ (Electronics Corporation of India Ltd) లాంటి భారీ సంస్థలు ట్రాన్సిస్టర్లు (Transistors) మరియు అర్ధవాహక (Semiconductor) సాధనములను ఉత్పత్తి చేయుచున్నవి.

ఎలెక్ట్రాన్ ట్యూబ్ (Electron tube) ల ఉత్పత్తి విషయంలో యింకా మనం స్వదేశీ పరిజ్ఞాన వాడుక కంటే విదేశీపాత్ర (Foreign Collaboration) కే ప్రాధాన్యమునువ్వలసి వస్తోంది. సి.ఐ.ఐ. (C.E.E.R.I) సంస్థ మేగ్నెట్రాన్ (Magnetron), లాండ్ మైక్రోవేవ్ (Microwave) సాధనముల పరిశోధన ఇవిలినప్పటికీ, యీ పరిజ్ఞానాన్ని ఎవరూ ఉత్పత్తికి వినియోగించలేదు.

ఎలెక్ట్రాన్ ట్యూబ్ (Electron Tube)-  
ప్రస్తుత పరిస్థితి మరియు భావిపోకడ :

ఘనస్థితి (Solid State) సాధనాల పరిజ్ఞానము అత్యద్భుత ప్రగతి సాధించినప్పటికీ, కొన్ని ప్రక్రియలలో ఎలెక్ట్రాన్ ట్యూబ్ల వాడుక తప్పని సరియైనది.

అ. ఎక్కువ పవర్ సాధనాలు (High power Devices),

ఆ. సూక్ష్మతరంగ (Microwave) ట్యూబ్లు,

ఇ. దూరదర్శిని (Television)లో వాడే పికప్ (Pickup) మరియు ప్రదర్శన (Display) సాధనాలు,

ఈ. ఎలెక్ట్రాన్ దృశ్యసాధనాలు (Electron Optical Devices),

ఉ. వాయు లేసర్లు (Gas Lasers) తో బాటు వాయు విద్యుదుత్పర్గ సాధనాలు (Gas discharge devices),

లాటి కొన్ని సాధన శాస్త్ర ప్రక్రియల్లో - ముఖ్యంగా ఎక్కువ పవర్ (High power) సాధనాలు, సూక్ష్మతరంగ (Microwave) ట్యూబ్ల పరిశోధనలో - మనదేశం పురోగతి సాధిస్తోంది. దూరదర్శిని ముగ్గధేశంలో విస్తరణ, ప్రజాదరణ పొందుతున్న యీ తరుణంలో దూరదర్శినిలో యుగళయోగించే పికప్ (Pickup) మరియు ప్రదర్శన (Display) సాధనాల ఉత్పత్తి దేశ ఆర్థిక వ్యవస్థలో ఒక గొప్ప మార్పు తేబోతుంది.

చెలివిజన్ ప్రదర్శన సాధనము (Television Display Devices) ల ప్రగతిలో

1. ఎలక్ట్రాన్ కిరణ పుంజము (Electron beam) లో అధిక విద్యుత్ సాంద్రతలు (High Current densities),

2. వర్ణాత్మక చెలివిజన్ ప్రదర్శన ట్యూబ్స్ (Colour Television display device) లో నూతన సాంకేతిక పోకడలు.

3. ప్రదర్శన (Display) సాధనాల్లో కాథోడ్ క్రోమిక్ (Cathode Chromic), థర్మోప్లాస్టిక్ (Thermo Plastic) తోటి ప్రత్యేక పదార్థాల వాడుక ఆ నేవి కొన్ని - మాత్రము.

ఎలక్ట్రాన్ కిరణ పుంజ (Electron Beam) క్రమ విక్షణ (Scanning) లో శూన్య ట్యూబ్ (Vacuum Tube) శాస్త్ర పరిజ్ఞానము, టార్గెట్లు (Targets)లో అర్ధ వాహక (Semiconductor) శాస్త్ర పరిజ్ఞానము మిళితమై, దూరదర్శిని (Television) పికప్ (pickup) ట్యూబ్లతో క్రొత్త దనాన్ని కలుగజేస్తుంది.

వాయు విద్యుదుత్పర్గ సాధన (Gas discharge) ల మామలుగా ఉపయోగపడటమే కాకుండా, ఎక్కువ పవర్ (High power) వ్యవధి (Range)లో అతిసామర్థ్యం (Efficiency) గలిగినా, అయస్కాంత జలగతిక ఉత్పాదక యంత్రాల (Magnetic Hydro-Dynamic Generators) లో పనికివస్తాయి.

అధిక పౌనఃపున్య వ్యవధిలో (Frequency range) గన్ డయోడ్లు (Gun diodes), అవలంచీ డయోడ్లు (Avalanche diodes) ఉత్పత్తిలో, ఎలెక్ట్రాన్ ట్యూబ్ పరిశ్రమ కుంటుపడింది. సూక్ష్మతరంగ (Microwave) వ్యవధిలో ఎన్నో నూతన సాధనాలు - క్లెస్ట్రాన్ (Klystron) మరియు రిఫ్లెక్సు క్లెస్ట్రాన్ (Reflex Klystron) ల స్థానే ఉపయోగింప జడుతూ వచ్చినాయి. కాని ఘనస్థితి సాధనాల (Solid State Devices) స్వాభావిక అమల పౌనఃపున్య - పట్టి (Narrow Frequency band) కారణంగా యింకా కొన్ని సంవత్సరాల వరకు, ముఖ్యంగా వార్తాప్రేషక (Communication) అవసర

రాంకై-ఎన్నో వేలస్వరసరణలు (Voice channels) జొప్పించగలిగే విస్తార పౌనః పున్యపట్టి (Broad Frequency Band) కలిగిన చలన తరంగ ట్యూబ్ (Travelling wave tube) ఉపయోగము నిర్దిష్టాంశము.

మాగ్నట్రాన్ (Magnetron), క్లైస్ట్రాన్ (Klystron) మరియు చలన తరంగ ట్యూబ్ (Travelling wave Tube) ల్లాంటి సూక్ష్మ తరంగ (Micro wave) ట్యూబ్ల రూపకల్పనలో, తయారీలో ఎంతో పరిశోధన జరుగుచున్నది. కొంగ్రాత్ర ఉపయోగాంకై పనికివచ్చే కొన్ని ఆధునిక సంకర రకా (Hybrid Type) ల ట్యూబ్లు కనగొనబడినవి. అధిక సామర్థ్యం కలిగిన మందగతి తరంగ పరికరము (Slow wave Structures) లు, సాధనాలలో జనించే అధిక ఉష్ణాన్ని విదలయింపు (Heat Transfer) చేసే కొత్త పద్ధతులు కనుగొనటంతో యీ సాంకేతిక పరిజ్ఞానము యింకొంత ముందంజవేసి నది. ఆహార పరిశ్రమలో, వస్త్రాల పరిశ్రమలో, కాగితపు పరిశ్రమలో వేడి చేసేందుకు సూక్ష్మతరంగ (Microwave) పరిజ్ఞానాన్ని వాడుకలోకి తేవటంతో ఎక్కువ పవర్ సాధనాల (High Power Devices) పరిశోధన, ఉత్పత్తి కొంగ్రాత్రదారులు త్రొక్కినవి. ఎక్కువ వేగం కల అతిధ్వనిక (Supersonic) బాంబర్లు, మిసైల్స్ మరియు జెట్ (Jet) ల పరిశోధనాధి పృద్ధితో-టార్గెట్ల (Targets) దూరాన్ని ఎక్కువ చేసేందుకు-అధిక పవర్ (Power) ను ఉత్పత్తి చేసే సూక్ష్మతరంగ ట్యూబ్ (Microwave Tube) ల అవసరం ఎంతైనా వున్నది.

సమాకలన సాధన వలయములు (Integrated Devices) :

ఎలక్ట్రాన్ ఉపయంత్రముల (Electron Equipment) తయారీలో లోహపు అదోవలకము

(Metal Chassis) లపై, ట్యాగ్ బోర్డు (Tag-board) లను బిగించి వివిధములైన ఘటకము (Component) లను అమర్చి, తీగలతో ఒక దానితో నొకటి కలిపి వలయము (Circuit) లుగా చేయటం అనాదిగా వస్తున్న అభ్యాస ప్రక్రియ. కాని అన్ని ఘటకములను ఒకేసారి, ఒకే పద్ధతిలో వలయముతో బాటు కలిపి ఒకే ముక్కగా తయారు చేసినదే సమాకలన సాధనము (Integrated Circuit). ఈ సామర్థ్యవంతమైన పద్ధతి పరిమాణము (Size)లో, బరువు (Weight)లో, ధర (Cost)లో తగ్గుదలను, ఎక్కువగా అనిశ్చయత (Reliability) ను కలిగించజేసి, ఎలక్ట్రాన్ పరిశ్రమకు ఒక నూతన తేజాన్ని ఆపాదించింది. ఈ పద్ధతే మధ్యమ తరగతి సమాకలన (Medium Scale Integration), పెద్ద తరగతి సమాకలన (Large Scale Integration) ఉత్పత్తికి దారితీసి పరిశ్రమలో గొప్ప పరిణామాన్ని, సంవలనాన్ని కలుగజేసింది.

ప్రస్తుతము విరివిగా ఉపయోగింపబడుచున్న పద్ధతులు :

1. మందమైన రేకు సంకర రకము (Thick film hybrid),
2. పలుచని రేకు సంకర రకము (Thin film hybrid),
3. బైపోలార్ మానోలిథిక్ (Bipolar Monolithic),
4. లోహ ఆక్సైడ్ అర్ధవాహక (Metal Oxide Semiconductor) మానోలిథిక్ (Monolithic).

కొత్త రూపకల్పన (Design) పద్ధతులు, ఖచ్చితమైన (Precise) తయారీ పద్ధతులు కనుగొనటంతో సమాకలన వలయాలు (Integrated

Circuits) జటిల (Complex) మవుతున్నాయి. ఒకవైపు వివిక్త (Discrete) సాధనాలనుండి మరియొక వైపు పెద్ద తరగతి సమాకలన (Large Scale Integration) సాధనాల వరకు మనకు ఈ క్రింది వివిధరకములైన సాధనములు లభిస్తాయి.

1. వివిక్త సాధనములు (Discrete Devices)
2. చివరలు తెరచి ఉంచిన (Openended) మానోలిథిక్ (Monolithic) పూహాలు (Arrays).
3. ఒకే సమాకలన వలయము (Individual Ic)
4. పలు సమాకలన వలయములు (Multiple Ic's).
5. మధ్యమ తరగతి సమాకలన వలయము (MSI) లు
6. పెద్దతరగతి సమాకలన వలయము (LSI) లు.

ఎక్కువ వలయ జటిలత్వము (More Circuit Complexity)ను జొప్పించి తయారు చేసిన

సమాకలన వలయ సాధనములు (Ic's) ప్రత్యేక ఉపయోగములకై పనికివస్తాయి.

భవిష్యత్తులో తయారయ్యే సమాకలన (Integrated Circuits)-అర్థ వాహకాలు (Semiconductors), అర్థ వాహక కూడలు (Semiconductor Junction) లలో లభ్యమయ్యే-ప్రకాశ (Optical), పీడన విద్యుత్ (Piezo Electric), ఉష్ణ విద్యుత్ (Thermo Electric) మరియు అయస్కాంత ధర్మాలను సంతరించుకునే సాధనాలతో అంశాలుతాయి. సంకేత ప్రసారం (Signal Transmission) - టీగేలు లేకుండా ప్రకాశాన్ని వెదజల్లే డయోడ్ (Light Emitting Diode) ట్యూబ్లు మరియు కాంతి డయోడ్ (Photo Diode) ల సమ్మిళితంతో సాధ్యమవుతుంది.

ఆంగ్ల మూలము : C.V.N. ప్రసాదరావు  
తెలుగు : రాళ్ళపల్లి సదాశివ శర్మ.



# XXI

## 279. సాంకేతిక విజ్ఞాన శాస్త్రము

తొలి పలుకులు :

మనము నివసించే ఆధునిక యుగాన్ని సాంకేతిక విజ్ఞాన యుగమని రూఢిగా చెప్పవచ్చును. ఈనాటి మానవుడు, విజ్ఞాన శాస్త్ర, సాంకేతిక విజ్ఞాన పరిణామాన్ని వీక్షిస్తున్నాడు. ఇట్టిది భూత కాలంలో ప్రపంచంలో ఎప్పుడు జరుగలేదు. నేటి మానవుడు సాధించిన ప్రగతి అమోఘమైనది. అటుం సిద్ధింప చేసికొన్నవానిలో మచ్చునకుకొన్ని:

చంద్రమండలంలో మానవుడు దిగటం,  
ఉపగ్రహాల ద్వారా వార్తలను అందించడం,  
కొత్త, వింతైన నారలు తయారు చేయడం,

ప్రాణరక్షణ, ప్రదానం చేసే ఔషధ రాజములు,  
రసాయన ఎరువులు, కొత్త పూత పూసే వస్తు సామగ్రి,

ఇవి అన్నియుసాంకేతిక విజ్ఞానమున సిద్ధింపచేసి కొన్ని ప్రగతి యల్పాలే

ఈ ఉపశీర్షికలో, అతిముఖ్యమైన విషయాల గూర్చి వ్యాసాలు వ్రాశారు. పింగాణి, మందుల, ఎరువుల తయారీలు, లోహాల గూర్చి, నూనెలు, రంగుల గూర్చి, అనేక విషయాలు, కూర్చబడినవి.

అచార్య కాపర్తి రామలింగం.

## 280. ఎరువుల సాంకేతిక విజ్ఞానము (Fertilizers' Technology)

ఎరువుల పరిశ్రమ దేశమునకు వెన్నెముక వంటిది. దేశమునకు పరిశ్రమలు ఎంతముఖ్యమో, వ్యవసాయము కూడా అంత ముఖ్యము. నానాటికి జనాభా పెరుగుదల దృష్ట్యా వ్యవసాయోత్పత్తిని పెంచుటకు ఎంతో కృషి జరుగుతున్నది. వ్యవసాయోత్పత్తిని పెంచవలయుననిన మొక్కలం (Plants)కు తగు పోషక పదార్థములు (Nutrients) అందించవలయును. మొక్కలకు అవసరమైన పోషక పదార్థములుగ పనికివచ్చి, అందజేసినపుడు వాటి పెరుగుదలకు ఉపయోగపడు పదార్థములను 'ఎరువులు' (Fertilizers) అని అందురు. ఎరువులు రెండు రకములు :

1. ప్రకృతి సిద్ధమైన ఎరువులు (Natural Fertilizers) :

పశువుల మల పదార్థములు, మురగపెట్ట బడిన చెత్త మొదలగునవి. ఈ కోవకు చెందినవి.

2. తయారు చేయబడిన ఎరువులు (Synthetic Fertilizers)

నత్రజని (Nitrogen), భాస్వరము (Phosphorous), గంధకము (Sulphur), పొటాష్ (potash) మొదలగు పదార్థములతో తయారు చేయబడినవి ఈ కోవకు చెందినవి. వీటిని రసాయనపు ఎరువులు (Chemical Fertilizers) అని అందురు.



ప్రకృతి సిద్ధమైన ఎరువులు వ్యవసాయోత్పత్తికి సరిపోని కారణమున, రసాయనపు ద్రువులు తయారుచేయు పరిశ్రమలస్థాపనకు అవకాశము, అవసరమును విరివిగ ఏర్పడినవి.

మొక్కల పెరుగుదలకు అవసరమగు 16 పోషక పదార్థములు ఈ దిగువ నీయబడినది.

I. వాతావరణము మరియు నీటినుండి లభించు

1. బొగ్గు (Carbon).
2. ఉదజని (Hydrogen).
3. ఆప్టజని (Oxygen).

ప్రధానమైన పోషక పదార్థములు (Primary Nutrients):

4. నత్రజని (Nitrogen).
5. భాస్వరము (Phosphorous).
6. పొటాష్ (Potash).

II. రెండవతరగతి పోషకపదార్థములు (Secondary Nutrients)

7. కాల్షియం (Calcium).
8. మెగ్నిషియం (Magnesium).
9. గంధకం (Sulphur).

III. సూక్ష్మ ప్రమాణములలో అవసరమగు పోషక పదార్థములు (Micro Nutrients).

10. బోరాన్ (Boron).
11. హరిజము (Chlorine).
12. రాగి (Copper).
13. ఇనుము (Iron).
14. మేంగనీస్ (Manganese).
15. మాల్బియం (Molybdeum).
16. జింక్ (Zinc).

వాణిజ్య రసాయనపుద్రువు అనగా మొక్కల పెరుగుదలకు అవసరమైన ఒక ప్రధాన పోషక పదార్థమును కలిగియుండవలయును. రసాయనపు ద్రువులను రెండు విధములుగా విభజింపవలెనది:

1. నత్రజని ఎరువులు (Nitrogenous Fertilizers).

2. భాస్వర సమ్మేళన ఎరువులు (Phosphatic Complex Fertilizer).

నత్రజని ఎరువులలో ఆమ్లనియా చాలా ముఖ్యమైనది. నత్రజని ఎరువు తయారు చేయవలయుననిన మొదట ఆమ్లనియాను తయారు చేయవలయును. ఆమ్లనియా తయారు చేయుటకు కావలసిన పదార్థములు నత్రజని (Nitrogen) మరియు ఉదజని (Hydrogen). నత్రజనిని ప్రకృతిలో దొరుకు గాలి (Air)నుండి తీసుకొనవచ్చును. ఉదజనిని తయారు చేయుటకు చాల విధములైన పద్ధతులు మరియు ముడి పదార్థములు కలవు. ఉదజనిని తయారు చేయుటకు కావలసిన ముడి పదార్థములు:

సహజ వాయువు (Natural Gas) :

మీథేన్ ( $CH_4$ ), ప్రొపేన్, ప్రొటాకార్బన్ మరియు ఇతర వాయువులు కలిసిన దానిని సహజ వాయువు అని అందురు. ఇందులో మీథేన్ ప్రధానమైనది. సహజవాయువులో మీథేన్ 80 శాతము నుండి 90 శాతము వరకు ఉన్నది.

కోక్ ఓవెన్ గాస్ (Coke Oven Gas)

బొగ్గును కోక్ (Coke) గా మార్చినప్పుడు ఒకరకమైన మిశ్రమ వాయువు వెలువడును. ఆ వాయువునే కోక్ ఓవెన్ గాస్ అందురు.

నాఫ్తా (Naphtha) :

పెట్రోలియంను, దాని యొక్క ముడి పదార్థముల నుండి ఆవిరి చేసి చల్లార్పు పద్ధతి (Distillation)న వేరుచేయుదురు. అటుల వేరు చేసిన తరువాత కొంతద్రవ పదార్థము మిగులును, దానినే నాఫ్తా అని అందురు. నాఫ్తాయొక్క ద్రవీకరణ ఉష్ణము (Boiling Point)  $215^{\circ}$  సెంటిగ్రేడు కన్న ఎక్కువ ఉండదు.

ఇంధనపు నూనె : (Petroleum Refinery)

పెట్రోలియం రిఫైనరీలో నాఫ్తా, కిరోసిన్, డిజిల్ ఆయిల్ తరువాతవచ్చు ద్రవ పదార్థమును ఇంధనపు నూనె అందురు.

లిగ్నైట్ మరియు బొగ్గు :

రెండవ ప్రపంచ యుద్ధమునకు ముందు అమ్మోనియాను తయారు చేయుటకు బొగ్గు ప్రధానముగా ఉపయోగించబడినది. ప్రస్తుతము లిగ్నైట్ మరియు బొగ్గుకు బదులుగా సహజ వాయువును, మరియు ముడి పెట్రోలియం నుండి వచ్చు పదార్థములను ఉపయోగించు చున్నారు.

విద్యుత్ విశ్లేషణ క్రియ (Electrolysis) :

ఉప్పు నీటిలోనికి విద్యుత్తును పంపించినచో, నీరు ఉదజని మరియు ఆప్టజని వాయువులుగా తయారయి, భిన్న విద్యుద్ధ్వారములలో వచ్చి చేరును. ఆ విద్యుద్ధ్వారము (Electrode) లలో చేరిన ఉదజనిని అమ్మోనియా తయారుచేయుటకు ఉపయోగించ వచ్చును.

అమ్మోనియా తయారు చేయు విధము :

I. అమ్మోనియా తయారుచేయుట ఈ దిగువ నీయబడిన క్రమములో జరుగుచున్నది:

అ : కర్చన ఆప్టజనిదము (CO)ను తయారు చేయుట.

ఆ : కర్చన ఆప్ట జనిదమును కర్చన ద్వితీయ ఆప్టజనిదము (CO<sub>2</sub>) గా మార్చుట.

ఇ : ఆ విధముగా తయారు చేయబడిన వాయువును శుద్ధపరచుట.

ఈ : అమ్మోనియా తయారు చేయుట.

II. ఇక ఈ కర్చన ద్వితీయ ఆప్టజనిదమును,

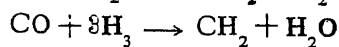
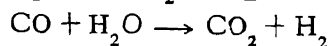
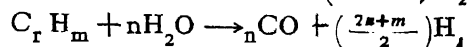
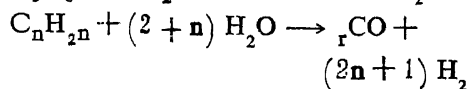
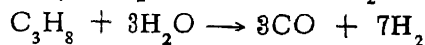
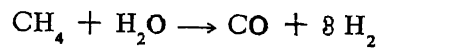
(i) స్టీమ్ రిఫార్మింగ్ (Steam Reforming).

(ii) పార్షియల్ ఆక్సికరణము (Partial Oxidation).

(iii) గాసిఫికేషన్ ఆఫ్ కోల్ (Gasification of coal).

అను మూడు పద్ధతులలో తయారు చేయుదురు.

మనము ఉపయోగించు ముడి పదార్థములపై స్టీమ్ రిఫార్మింగ్ పద్ధతి ఆధారపడి ఉన్నది. సహజ వాయువు మరియు నాఫ్తా అందుబాటులో ఉన్నయెడల, ఆ రెండింటిని వాయువుదశలో నీటి ఆవిఃతో కలిపి, ఉత్ప్రేరకము (Catalyst) తో నింపబడిన ప్రత్యేకమైన స్టీలు గొట్టముల ద్వారా పంపవలయును. ఆ విధముగా పంపబడిన వాయు పదార్థములు-రసాయన క్రియవలన - ఈ క్రింది ఇవ్వబడిన వాయువులుగా మారును

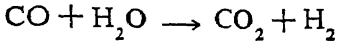


పార్షియల్ ఆక్సికరణ పద్ధతిలో ఉత్ప్రేరకము నకు బదులుగా ఆప్టజని వాయువును ఉపయోగించ వలయును.

గాసిఫికేషన్ పద్ధతిలో నీటి ఆవిరి (Steam) మరియు ఆప్టజనిని పరచిన బొగ్గు ద్వారా పంపవలయును. బొగ్గుపరపు యొక్క ఉష్ణోగ్రత 985°C ఉండవలయును.

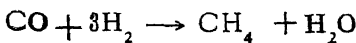
III. ఆ విధముగా జనించిన మిశ్రమ వాయువు కర్చన ద్వితీయ ఆప్టజనిదము (CO<sub>2</sub>), కర్చన ఆప్టజనిదము (CO) ఉదజని, నత్రజని, మరియు కొద్దిగా మీథేన్ వాయువు కలిగి ఉండును. కర్చన ఆప్టజనిదమును కర్చన ద్వితీయ ఆప్టజనిదముగా

మార్చునప్పుడు ఉత్పేరకమును ఉపయోగించ వచ్చును.



మిశ్రమ వాయువులోని కర్బన ఆప్లజనిదమును కర్బన ద్వితీయ జనిదముగా మార్చిన తరువాత ఆ వాయువులో కర్బన ద్వితీయజనిదము, ఉదజని, నత్రజని, మరియు కొద్ది మొత్తములో (Below 0.1%) కర్బన ఆప్లజనిదము, మీథేన్లు ఉండును.

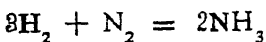
IV. మిశ్రమ వాయువులోని కర్బన ద్వితీయ జనిదమును తొలగించి కర్బన ఆప్ల జనిదమును మీథేన్గా మార్చి, అవసరమైనచో మీథేన్నుతొల గించవలయును. వాయువును 15, 20 శాతం మిథేన్అమైన్ (Methanolamine) ద్రవ ములో నుంచి పంపిన, కర్బన ద్వితీయ జనిదము ద్రవములోనించిపోవును. కర్బన ద్వితీయజనిదమును వాయువునుంచి తొలగించిన తరువాత, కర్బన ఆప్ల జనిదమును మీథేన్గా మార్చవలయును. వాయు వును 300°C ఉష్ణోగ్రత వరకు వేడిచేసి, నికెల్ ఉత్పేరకము ద్వారాపంపినచో, కర్బన ఆప్ల జని దము ఉదజనితో కలిసి మీథేన్గా మారును.



మీథేన్గా మారిన తరువాత వాయువును రాగి ద్రవము అనగా కుప్రస్ మరియు కుప్రిక్ అమ్మో నియం ఫారమేట్ లేక ఎసిడేట్ ద్వారా పంపిన యెడల, మొత్తము మీథేన్ వాయువు ద్రవములో నిలిచిపోవును. ఆ విధముగా శుభ్రపరచిన వాయు వులో ఉదజని మరియు నత్రజని ఉండును.

V. అమ్మోనియాను తయారుచేయు విధము :

మాడు వంతుల ఉదజనిని, ఒక వంతు నత్ర జనిని, ఉత్పేరకము ద్వారా పంపినచో రసాయన క్రియజరిగి అమ్మోనియా తయారగును.



ఐరన్ ఆక్సైడ్ను అల్యూమినియమ్, పొటాష్, మెగ్నీషియం మరియు క్యేల్షియం ఆక్సైడ్లతో

కలిపి ఉత్పేరకముగా ఉపయోగించెదరు. వీధనము ఎక్కువ చేసినచో అమ్మోనియాగా పెరుగును. వెయ్యి (1000) భారమితుల (Atmosphere) వరకు ఉపయోగించవచ్చును. రసాయన క్రియ జరుగునప్పుడు ఉష్ణోగ్రత 540°C వరకు ఉండ వచ్చును.

నత్రజని ఎరువులు మరియు వాటిని తయారు చేయు విధము :

ముఖ్యమైన నత్రజని ఎరువులు :

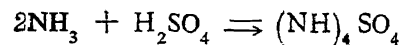
1. అమ్మోనియం సల్ఫేట్ (Ammonium Sulphate)

2. అమ్మోనియం క్లోరైడ్ (Ammonium Chloride)

3. అమ్మోనియం నైట్రేట్ లేక క్యేల్షియం అమ్మోనియం నైట్రేట్ Calcium Ammonium Nitrate or CAN)

4. యూరియా (Urea)

1. అమ్మోనియం సల్ఫేట్ : అమ్మోనియా, గంధక ఆప్లము (Sulphuric acid)తో కలిసి, రసాయనక్రియ జరిగిన తరువాత వచ్చు పదార్థము అమ్మోనియం సల్ఫేట్. ఈ రసాయన ప్రతిక్రియ (Chemical Reaction) సమాసము (Equation) ఈ దిగువ సీయబడినది.



2. అమ్మోనియం క్లోరైడ్ :

అమ్మోనియం, ఉదజ హరిత ఆప్లము (Hydro Chloric Acid) తో కలయగా, అమ్మోనియం క్లోరైడ్ తయారగును.



3. అమ్మోనియం నైట్రేట్ మరియు క్యేల్షి యం అమ్మోనియం నైట్రేట్ :

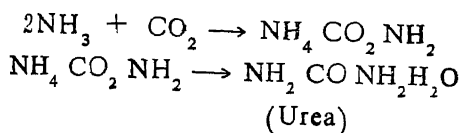
అమ్మోనియా అక్సికరణము వలన వచ్చిన వాయువును నీటిలో కరగించినచో నత్రకాప్లము

(Nitric Acid) తయారగును. ఈ రసాయన క్రియకు 2-10 శాతము రోడియం, (Rhodium) కలిగియున్న ప్లాటినమ్ (Platinum) ను ఉత్తేజరకముగా ఉపయోగించెదరు. అమ్మోనియం నత్రికామ్లముతో కలియగా, అమ్మోనియం నైట్రేట్ తయారగును.

$\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4 \text{NO}_3$   
నైట్రోచాక్ (Nitro Chalk) మరియు క్యేల్షియం అమ్మోనియం నైట్రేట్ ను తయారు చేయుటకు, సున్నపు పొడిని అమ్మోనియం నైట్రేట్ తో కలిపి గ్రాన్యులేషన్ (Granulation) చేయవలయును. ఆ విధముగా తయారు చేయబడిన ఎరువు 21 నుంచి 25 శాతం వరకు నత్రజనిని కలిగియుండును.

#### 4. యూరియా (Urea) :

నత్రజని గల ఎరువుల ఆన్నింటిలో యూరియా ఎక్కువ నత్రజని సాంద్రత గల ఎరువు. ఇది అమ్మోనియా ( $\text{NH}_3$ ) మరియు కర్బన ద్విఆక్సైడ్ జనితము ( $\text{CO}_2$ ) యొక్క రసాయన క్రియవలన తయారగును. ఈ రసాయనక్రియ సమాసము ఈ దిగువ సీయబడినది.



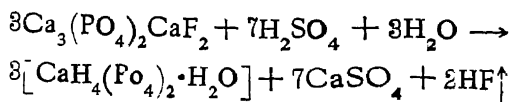
#### 2. భాస్వర సమ్మేళన ఎరువులు (Phosphatic Complex Fertilizers)

భాస్వరపు ఎరువులలో భాస్వరపు రాయి ప్రధానమైన పాత్ర వహించి ఉన్నది. భాస్వరము ఎపటైట్ రాయి (Apatite Rock) లో లభించును. ఫ్లోర పటైట్ రాయి (Flora Patite Rock) లో భాస్వరము విరివిగా నుండును. ఇది సులభముగా లభించు రాయి. భాస్వరము ప్రకృతి సహజముగా ఆక్సైడ్ రూపములో మరియు దాతువుల సమ్మేళన

అల్యూమినియమ్, మెగ్నీషియం, హరిణము, (Chlorine) రూపములో ఉండును. వీటితోపాటు ఇనుము, ప్లోరిన్, కార్బొనెడ్, సిలికాన్ డై ఆక్సైడ్ అను పదార్థములు కూడ కొద్ది పాళ్ళలో కలిసి ఉండును. భాస్వరపు రాయి విరివిగా రాజస్థాన్ ప్రాంతములో దొరుకును. భాస్వరపు ఎరువులు ఈ క్రింది విధముగా తయారు చేయబడును.

#### 1. సింగిల్ సూపర్ ఫాస్ ఫేట్ (Single Super Phosphate)

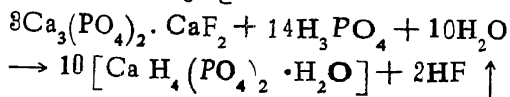
భాస్వరపు రాయి గంధకామ్లముతో మరియు నీటితో కలియగా సింగిల్ సూపర్ ఫాస్ ఫేట్ గా తయారగును.



దీనిలో 16 శాతము భాస్వరము ఆక్సైడ్ రూపములో ఉండును. ఇది నీటిలో సులభముగా కరుగ గలదు.

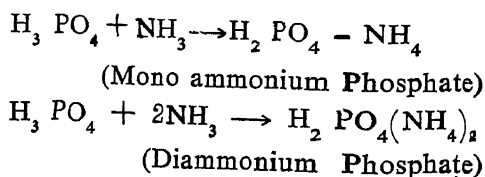
#### 2. ట్రిపుల్ సూపర్ ఫాస్ ఫేట్ (Triple Super Phosphate)

ఫ్లోరా పటైట్ రాయి, భాస్వరిక ఆమ్లము మరియు నీటియొక్క ప్రభావముచే తయారగును.



#### 3. అమ్మోనియం ఫాస్ ఫేట్ (Ammonium Phosphate)

ఈ ఎరువు, భాస్వరిక ఆమ్లముపై అమ్మోనియా వాయువు ప్రభావముచే తయారగును.



#### 4. అమోనియం ఫాస్ ఫేట్ సల్ఫేటు (Ammonium Phosphate Sulphate)

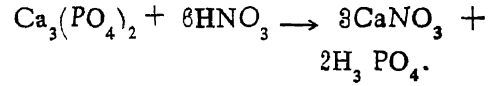
ఈ రకమైన ఎరువు అమోనియా వాయువు మరియు భాస్వరిక ఆమ్లము యొక్క సంయోగ క్రియచే ఏర్పడిన పదార్థమును, అమోనియా మరియు గంధకిత ఆమ్లముతో సంయోగ క్రియచే ఏర్పడిన పదార్థమునకు కలిపినచో తయారగును.

#### 5 యూరియా అమోనియం ఫాస్ ఫేట్ (Urea Ammonium Phosphate)

అమోనియం ఫాస్ ఫేట్ ను పైన ఉదహరించిన ప్రకారముగా తయారు చేసి దానిని యూరియాతో సమ్మిళిత పరచిన యూరియా అమోనియా ఫాస్ ఫేట్ తయారగును.

#### 6. నైట్రో ఫాస్ ఫేట్ ( Nitro Phosphate)

ఇట్టి రకమైన ఎరువు భాస్వరము కలిగియున్న రాసుతో నైట్రికామ్లము (Nitric acid) ఆరు పాళ్లతో కలిపిన తయారు చేయవచ్చును.



కర్షకులు తమ భూముల యొక్క మట్టిని పరీక్ష చేయించి తదనుగుణముగా లోపించిన పదార్థములు గల ఎరువులను, పైరులకు అనువైన రీతిగా, తగు పాళ్లలో ఉపయోగించిన యెడల, పంటలు సమృద్ధిగా పండుటయే గాక అనవసరపు ఎరువుల ఉపయోగము కూడ తగ్గగలదు.

ఆచార్య. డా॥ కాపర్తి రామలింగం.

## 281. మృణ్మయ పాత్రలు మరియు అతి వేడికి కూడ తట్టుకో కల్గిన పదార్థ సాంకేతిక విజ్ఞానము (Ceramics And Refractories Technology)

మృణ్మయ పాత్రలకు వినియోగపడు పదార్థ విజ్ఞానమును, వాటిని తయారు చేయు పద్ధతుల గురించి వివరించే సాంకేతిక విజ్ఞానమును సిరమిక్ టెక్నాలజీ (Ceramic Technology) అందురు. సిరమిక్ అను పదము గ్రీకు భాషలోని కెరమాన్ (Keramas) అను పదము నుండి వెలువడినది. కెరమాన్ అనగా కుమ్మరి మట్టి (Potter's Clay) అనగా కుండలు తయారు చేయుటకు అనువగు మట్టి, మట్టితో చేసిన వస్తువులను బట్టిలలో కాల్చి తయారు చేసిన వాటిని సిరమిక్ వస్తువులు (Ceramic Products) అని అందురు. ఉదాహరణకు ఇటుకలు, పింగాణి పాత్రలు, ఇంటి కప్పులపై

వేసే పెంకులు, గొట్టములు, బట్టిల గోడలకు ఉపయోగించు ఇటుకలు, విద్యుత్పరికరములు, భోజన సామాగ్రులలో వాడు ఉపకరణములు, మొదలగునవి, ఎన్నియో కలవు. విజ్ఞాన శాస్త్రము దినదిన ప్రవర్థమాన మవుతున్న ఈ రోజులలో మృణ్మయ సాంకేతిక విజ్ఞానము కూడ చాల అభివృద్ధి చెంది యున్నది. సిరమిక్ పదార్థములకు ఇంకా వేరే ఇతర జాతి పదార్థములను కలిపి సంకర జాతి (Mixed) పదార్థములను తయారు చేయుటయే దీనికి ఉదాహరణము. అకర్పన రసాయన శాస్త్రములోని కొన్ని మూలకములు (Elements) ఏవైతే అత్యుష్ణ భారమునకు తట్టుకో గలవో, ఏవైతే

ఆక్సికరణ చెందనివో, పీటన్నింటిని సిరమిక్ సాంకేతిక విజ్ఞానములోని విభాగములుగా పరిగణించిరి. ఇసుక (Silica) ముఖ్య ఆధారముగా గల కర్మాగారములు, గాజు (Glass), ప్రకాశవంతమైన వస్తువులు (Glazes) తళతళలాడునవి (Enamels) పింగాణి సామానులు (White-Wares) చేయు కర్మాగారములు సిరమిక్ సాంకేతిక విజ్ఞానములో చేర్చబడినవి.

మట్టి లేదా పింగాణి వస్తువులు చేయుకళ అనాదిగా వచ్చుచున్నదే. ఈ కళ మానవునికి వ్యవసాయము తరువాత అంపడి దినదినాభివృద్ధి చెందినది. క్రీ. పూ. 5000 సంవత్సరముల నాటి మృణ్మయ పాత్రలు ఈజిప్టు దేశములో పురావస్తు శాఖ వారిచే కనుగొనబడినవి. గత శతాబ్ది ఆదిగా సిమెంటుచే తయారు చేయబడిన వస్తువులు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఈజిప్టు దేశస్థులు సున్నపురాతి నుండి సున్నమును తయారుచేసిరి. రోమనులు ఆ సున్నమును అగ్ని పర్యత సంబంధమగు మట్టిచే కలిపి తడి సిమెంటుగా వాడిరి. అణుప్రమాణ మృణ్మయ వస్తువులు (Nuclear Ceramics), అత్యుష్ణ నిరోధకవస్తువులు (High Temperature Engineering Materials), మొదలగునవి క్రొత్తగా సిరమిక్ సాంకేతిక విజ్ఞానములోనికి చేర్చబడినవి.

సిరమిక్ పరిశ్రమలను ఈ దిగువ నీయబడిన విధముగా విభజించిరి.

1. సాధారణ ఇటుకలు, పెంకులు, మొదలగునవి (Structural Clay Products).

2. అత్యుష్ణ భారమును నిరోధించునట్టి పదార్థములు లేక ఇటుకలు (Refractories)

3. సీసము మరియు ప్రకాశము, మెరుపు కల్గించు నట్టివి (Glass Glazes and Enamels)

4. నవీన మృణ్మయ పదార్థములు (Modern Ceramics).

5. కుండలు మరియు పింగాణి సామానులు (Pottery Whitewares)

6. కాళ్ళత గట్టిపడు పదార్థములు (Cements)

7. వరపిడి కలిగించు పదార్థములు (Abrasives)

1 సాధారణ, ఇటుకలు, పెంకులు, మొదలగునవి (Structural Clay Products)

భవన నిర్మాణోపయోగ మృణ్మయ వస్తువులను ప్రకృతిసిద్ధమైన మన్ను, నత్తగుల్లలు మరియు కవిచిప్పలు (Shales) మొదలైన వాటితో తయారు చేయుదురు. వీటితో తయారు చేయబడిన వస్తువులు ఆకారములో మరియు రంగులలో వేరు వేరుగా నుండును. ఈవస్తువులకత్తి, రంగువాటిని తయారు చేయుటకు ఉపయోగించు మట్టిపై మరియు కాల్చు కాల్చు సమయముపై ఆధారపడి ఉన్నది. వీటిని కాల్చు ఉష్ణోగ్రత  $800^{\circ}\text{C} - 1250^{\circ}\text{C}$  వరకు ఉండును. వీటికి నీటిని గ్రహించుకత్తి 5.5 శాతము వరకు ఉండును.

2. అత్యుష్ణ భారమును నిరోధించునట్టి పదార్థములు లేక ఇటుకలు (Refractories)

ఈ రకపు వస్తువులు ఎంతటి ఉష్ణోగ్రతనైనను తట్టుకోగలవి. ఇవి సాధారణముగా  $1500^{\circ}\text{C}$  ఉష్ణోగ్రత వరకు ఆగి యుండగలవు. చాల పరిశ్రమలలో ఈ రకములైన ఇటుకలను బట్టిలు నిర్మించుటకు ఉపయోగించెదరు. వీటిలో గాక నీళ్లు క్రాగించు బట్టిలలో, ఇనుము, ఉక్కు కర్మాగారములలో, గాజు మరియు సిమెంటు చేయు కర్మాగారములలో ఈ వస్తువులను చాల పరిమాణములో ఉపయోగించెదరు. వీటిని ఈ క్రింది విధముగా విభజించనైనది.

అ : బట్టిలలో వాడు ఇటుకలు (Fire Bricks)

ఆ : ఇసుకతో చేసిన ఇటుకలు (Silica Bricks)

ఇ : మెగ్నెసైట్ మరియు క్రోమైట్ ఇటుకలు (Magnesite & Chromite Bricks)

ఈ : ఆప్టు జనీకరణ ఇటుకలు (Pureoxide Refractories)

అ : బట్టిలలో వాడు ఇటుకలు (Fire-Bricks)

బంకమట్టి (Plastic Fire Clay) గుణము కల్గిన పదార్థమును ఫ్లింట్ మట్టి (Flint Clay) తో కలిపి 1250-1400° సెంటిగ్రేడ్ వరకు వేడిచేసి పినిని తయారు చేయుదురు. ఈ రకపు ఇటుకలలో 15-20 శాతము వరకు వాయు రంధ్రములు (Porosity) ఉండును. కొంచెము అల్యూమినా (Alumina) కలిపినచో, మంచిరకమైన (Super duty) ఇటుకలు తయారగును.

ఆ : ఇసుకతో చేసిన ఇటుకలు (Silica Bricks)

ఇవి గానెస్టర్ (Gannister) అను ఒక రకమైన పదార్థమును 2, శాతము సున్నముతో కలిపి ముద్దచేసి ఇటుకలుగా చేసి 1500°-1550° సెంటిగ్రేడ్ వరకు వేడిచేసినచో తయారగును.

ఇ : మెగ్నెసైట్ మరియు క్రోమైట్ ఇటుకలు (Megnesite & Chromite Bricks)

పూర్తిగా కాలిన మెగ్నెసైట్ను కలిపి 1800° సెంటిగ్రేడ్ వరకు బట్టిలలో కాల్చిన మెగ్నెసైట్ ఇటుకలు తయారగును. వీటిలో వాయు రంధ్రములు (Porosity) 20 శాతము ఉండును.

క్రోమైట్ అను పదార్థమును కలిపి వేడిచేసిన లేక కాల్చిన క్రోమైట్ ఇటుకలు తయారగును. వీటిలో వాయు రంధ్రములు 18 శాతం వరకు ఉండును. ఈ రెండు రకముల ఇటుకలను కాల్చి కుండ కూడ కొన్ని సార్లు ఉపయోగించెదరు. దీని వలన వాటిని తయారు చేయుటకు అగు ఖర్చు తగ్గును.

ఈ. ఆప్టుజనీకరణ ఇటుకలు (Pure Oxide Refractories)

పరిశుభ్రమైన ఆప్టుజనితో సమ్మిళితము చేయబడిన అల్యూమినము, మెగ్నీషియము, మరియు, జిరకోనియము (Zirconium) లచే చేయబడిన ఇటుకలు చాల ముఖ్యపాత్ర వహించినవి. ఈ ఇటుకలు ఎంతటి ఉష్ణోగ్రత నైనను, భరించు శక్తి గలవి. వీటి అంతరంలో వాయు రంధ్రములు అసలు లేనే లేవని చెప్పవచ్చును.

ఇవిగాక ఉష్ణ ప్రవాహ అవరోధక వస్తువులు కూడ తరచు మన మెరిగినవే. అవి సిరమిక్ సంబంధమైన మట్టితోతయారు చేయబడినవి. వీటిలో వాయు రంధ్రములు 80 శాతం వరకు ఉండును. ఇవి బట్టిలలోని ఉష్ణమును బయటకు పోనియ కుండ తోడ్పడును.

3. సీసము మరియు ప్రకాశ వంత మైనట్టివి (Glass Glazes and Enamels) :

సీసము లేక గాజు అనునది ఆకర్షణ పదార్థములలోనిది. ఇది వేడి చేసినప్పుడు ద్రవ రూపములో నుండి చల్లారిన వెంటనే గడ్డ కట్టును. గాజు (Glass) ను వివిధ రకములుగా తయారు చేయుదురు. సాధారణ గాజులో 15 శాతము సోడా, 10 శాతము లైమ్ (Lime) లేక సున్నము, 75 శాతము సిలికా (Silica) ఉండును. ఇవిగాక వేరే రసాయన పదార్థములను సూక్ష్మ ప్రమాణములలో కలిపిన గాజు యొక్క గుణములు పెరుగును. గాజు 1500° సెంటిగ్రేడ్ ఉష్ణోగ్రత వద్ద కరుగును. దీనిని కుంభాకారపు బట్టిల (Pot Furnace) లోను లేదా గాజును కరుగ చేయుటకు విశిష్టంగా కట్టిన పెద్ద పాత్రలలోను తయారు చేయుదురు. కరగ బెట్టిన గాజును తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలో ఊదట (Blowing) ద్వారా గాని, లేక వత్తిడి

( Pressing ) కలిగించిగాని వివిధ రకములైన మరియు వివిధాకారములైన నమోనా వస్తువులును తయారు చేయుదురు. ఈ పైన ఉదహరింపబడిన సాధారణ గాజు మాత్రమేకాక ఇంకా కొన్ని ముఖ్యమైన రకములలోను గాజు తయారగును. ఉదాహరణకు బోరాన్ (Boron) అను పదార్థము కలిసిన గాజు, సీసపు ధాతువు కలిసిన గాజు, కంటి ఆర్థములకు మొదలగు వాటికి ఉపయోగపడు గాజు.

గ్లేజెస్ (Glazes) తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలో కరగనట్టి ఒక రకమైన గాజు. దీనిని సీరమిన్ సంబంధమైన వస్తువులపై పూతగా వేసి వేడిచేసి నప్పుడు ఈ పదార్థము బాగా అతికి నట్లుగా ఉండి మెరుపులను కలిగిస్తుంది. అంకారయు కత్తె, గట్టితనము, కలిగి ఉండి సువాయస్యముగా, మాడ తగినట్లుగా, రమ్యములగుగుణములు కలిగియుండును ఈ రకమైన గాజును బోరాన్ (Boron) మొదలైన వస్తువులతో కలిపి కరగించి తయారు చేసినపుడు, నీటిలో కరగు స్వభావము తగ్గును.

ఎనెమల్ గాజు యొక్క ద్రవీభవన స్థానము (Melting Point) చాల తక్కువగా నుండును. దీనిని లోహములపై పూత పూయట (Protective Coating)కు ఉపయోగించెదరు. ఈ పూత నీటిలో కడిగినను ఏమియు కాదు, మరియు మన్నిక గలిగి యుండును. దీనిని ఇనుము (Iron) మీద గాని స్టీల్ (Steel) మీదగాని వేసివో రెండు పూతలు పూయవలయును. దీనితో జింక్ ఆక్సైడ్ (Zinc oxide), టిన్ ఆక్సైడ్ (Tin oxide), టిటానియమ్ ఆక్సైడ్ (Titanium oxide) మొదలగునవి కలిపి పూతకు ఉపయోగించినచో మన్నిక పెరుగును. వస్తువులకు పై పూత (Coat) వేసిన తరువాత ఆ వస్తువులను 800°-850° సెంటిగ్రేడ్ వరకు ఉష్ణోగ్రత గలిగినటువంటి బట్టిలో 8 నుండి 10 నిమిషముల వరకు కాల్చవలయును. రకరకములైన రంగులు కూడ దీనితో కలిపి ఉపయోగించవచ్చును.

#### 4. నవీన మృణ్మయ లేక మట్టి పదార్థములు (Modern Ceramics)

ఈ నవీన యుగములో సీరమిక్ సంబంధమైన విషయములో సాంకేతిక పరికరములు ఇంకా ఎన్నో నవీన పద్ధతులలో కనుగొనబడుచున్నవి. కావుననే సీరమిక్ సాంకేతిక విజ్ఞానములోనే కొత్త కొత్త శాఖలు వెలసినవి. అవి ఏమనగా, అణుకేంద్రక మృత్పదార్థములు (Nuclear Ceramics) మొదలగునవి.

#### 5. కుండలు మరియు పింగాణి సామానులు (Pottery and White wares)

కుండలు (Pottery) అను పదము ఇంగ్లాండులో పింగాణి సామానులు (Whitewares) కొరకు ఉపయోగించెదరు. వీటిని ఇంటి సామాగ్రులు, రసాయనిక పరికరములు, విద్యుత్ పరికరములు, మరియు గోడలకు వేయు పింగాణి పలకలు మొదలగు వాటికి ఉపయోగించెదరు. ఈ పరికరములను ఫెల్స్పార్ (Felspar) అనే ఒక రకమైన మట్టి మరియు ఇసుక (Silica) కొద్ది కొద్ది మార్పులలో కలిపి తయారు చేయుదురు. పింగాణి సామానులు రంగులేని మట్టితో అనగా ఫెల్స్పార్ (Felspar), బాలిన్ క్లే (Bolin Clay), బాల్ క్లే (Ball Clay), ఇసుక (Flint or Silica) నీటిని కలిపి కావలసిన ఆకారములలో తయారుచేసి, ఎండ బెట్టి 1200°-1350° సెంటిగ్రేడ్ వరకు బట్టిలో కాల్చవలయును. మిక్కిలి కాంతి కావలయుననిన రెండు లేక మూడు పర్యాయములు కాల్చవలయును. రెండవసారి కాల్చినప్పుడు రసాయన ద్రవమును పై పూతపూసి మొదటి దానికన్న అతి తక్కువ ఉష్ణములో వేడిచేసి, క్రమ క్రమముగా చల్లార్చినచో, ప్రకాశవంతమైన వస్తువులు తయారగును.

#### 6. శాశ్వత గట్టిపడు పదార్థములు (Cements)

ఎన్నో రకములైన సిమెంటులు కనుగొనబడి వాడుకలోనికి వచ్చినవి. అవసరములేకయే



గట్టిపడి రాతివలె తయారగుట వీనిలోని ముఖ్య లక్షణము. అన్నింటిలోకెల్ల పోర్ట్‌లాండ్ సిమెంటు (Portland Cement) చాల ముఖ్యమైనది. దీనిపై నీటిప్రభావము కలిగించిననే కాని గట్టిపడినది. అందువలన దీనిని ఇంటి కట్టడములలో ఉపయోగించెదరు. దీనిని తయారు చేయుటకు సున్నము (Lime) కావలయును. మొదట పొడి సున్నమును నీటితో కలిపి ఒక రకమైన ద్రవ పదార్థమును తయారు చేయుదురు. దీనిని స్లర్రీ (Slurry) అని అందురు. అట్టి దానిని గుండని బట్టి (Rotary) లో వేయుదురు. బట్టి యొక్క ఉష్ణోగ్రత  $1800^{\circ}$  సెంటిగ్రేడ్ వరకు ఉంచెదరు. ఈ విధముగా తయారుచేసిన పదార్థమునకు శిశుము జిప్సమ్ (Gypsum) కలుపవలయును. అటుల తయారుచేసిన పదార్థమును పొడిచేసి సంచలలో ఉంచెదరు. ఇటువంటి సిమెంటులో క్యాల్షియం సిలికేట్ (Calcium Silicate) మరియు, క్యాల్షియం అల్యూమినేట్ (Calcium aluminate) లు ఉండును.

## 7. వరపిడి కలిగించు పదార్థములు (Abrasives):

ఇవి చాల కరుకైన పదార్థములు, ఈ పొడి (Powder) చే చక్రములు చేసి యంత్రమునకు బిగించి కత్తులు మొదలగు వాటిని వాడి (Sharp) చేయుటకు ఉపయోగించెదరు. సాధారణమైన వరపిడి కలిగించు పదార్థములు సిలికాన్ కార్బైడ్ (Silicon Carbide), కొరునమ్ (Corundum), మరియు ఇసుక (Sand) మొదలగునవి. వరపిడి కలిగించు చక్రములను- వరపిడి పదార్థములను సిరమిక్ ఫ్రైట్ (Ceramic Frit) తో కలిపి కాల్చి-తయారు చేయుదురు.

## మృణ్మయ వస్తు సామాగ్రి రూప కల్పన చేయు విధము (Ceramic Fabrication-Process):

మృణ్మయ వస్తు సామాగ్రి రూప కల్పన చేయు విధానమును, ఈ క్రింది విధముగా విభజించవచ్చును.

1. మెత్తని మట్టితో చేయు విధము (Soft Mud Process).
2. గట్టి మట్టితో చేయు విధము : (Stiff Mud Process).
3. పొడిగా నున్నప్పుడే పీడనము ఉపయోగించి చేయు విధము (Dry Pressing)
4. జారుడుగా నున్నప్పుడు చేయు విధము. (Slip Casting).

## 1. మెత్తని మట్టితో చేయు విధము (Soft Mud Process):

ఇటుకలు మరియు ఇతర సిరమిక్ వస్తువులు చేయుటకు ఉపయోగించు మట్టితో 35 శాతము నీరు కలిపి, మెత్తగా చేసి, ఆ మట్టిని ఇసుకతో చేసిన లేక కట్టతో చేసిన మూసలలో నిండుగా వేయవలెను. తదుపరి బాగా కదిలించ వలయును. మట్టి యొక్క థిక్సోట్రపి (Thixotropy) అను గుణమువలనగట్టిగా అది తయారగును, ఈ విధముగా మనకు ఏ రకమైన ఆకారము కావలయుననిన ఆ రకము మూసలలో (Moulds) పోసి చేసుకొన వచ్చును. మూసలలో పోసిన గాక చేతితో కూడ కొన్ని వస్తువులను తయారు చేయవచ్చును.

## 2. గట్టి మట్టితో చేయు విధము (Stiff Mud Process):

ఈ విధానములో మట్టిని కొద్ది ప్రమాణము నీటితో కలిపి మెత్తగా తీగ సాగు విధముగా చేయ వలయును. తయారు చేసిన మెత్తటి మట్టిని, బల్లపై బిగించిన కొయ్య ఇసుక లేక మూసలలో నింపి పత్తిడిచేసిన, మనము ఉపయోగించు మూసతీరు ఆకారము ఏర్పడును. సాధారణముగా ఇటుకలను ఈ పద్ధతితోనే చేసి ఇసుక తీగతో పచ్చిగా ఉన్నప్పుడే కోయుదురు.

3. పొడిగా నున్నప్పుడే పీడనము ఉపయోగించి చేయు విధము (Dry Pressing)

ఈ పద్ధతిలో సిరమిక్ పస్తువులను 14,000 P. S. I పీడనము (Pressure) కలిగించి వివిధ రకములైన ఆకారములలో తయారు చేయుదురు. దీనిలో కనీసము 5,000 శాతము వరకు నీరు చేరి యుండును. దీని నుంచి కొన్ని పదార్థములను తీసివేసి వాటికి బదులుగా సాగు గుణము కలిగించు పదార్థములు (Plasticizers), అతుకునట్లు చేయు పదార్థములు (Binding Material) కలిపి తయారు చేసిన పస్తువులకు మంచి గుణములు ఇనుమడించును.

4. జారుడుగా నున్నప్పుడు చేయు విధము (Slip Casting):

ఈ పద్ధతిలో మట్టిని 50 శాతం నీటితో కలిపి ద్రవము చేయవలయును. ఆ విధముగా తయారు

చేసిన ద్రవము (Slurry) జారుడుగా ఉండవలయును. దానిని ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్ (Plaster of Paris) తో చేసిన మూసలలో పోయవలయును. ప్లాస్టరు గురుత్వాకర్షణచే నీటిని పీల్చుకొని మట్టిని యథావిధముగా నుంచును. ఈ పస్తువుల యొక్క యిల్డ్ పాయింట్ (Yield Point) భూమ్యాకర్షణ (Gravitation) ద్వారా చేసిన వాటికన్న ఎక్కువగా నుండును.

తెనుగున : శ్రీ యన్. వేంకటేశ్వర్.

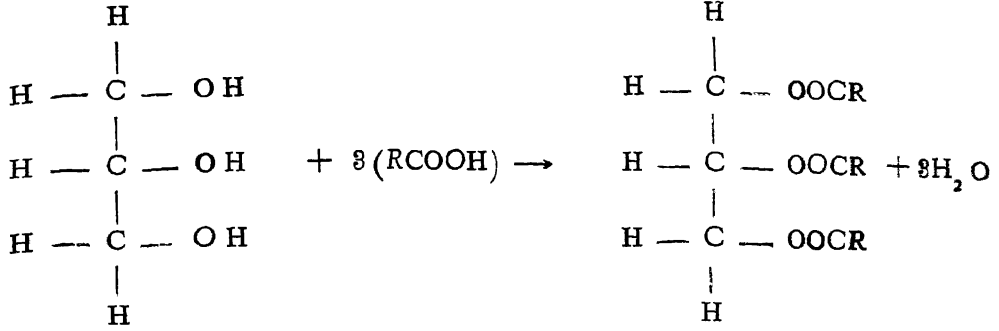
మూలం : శ్రీ యన్. జి. సందాని.

## 282. నూనెలు - క్రొవ్వులు (Oils and Fats)

మనము తిను ఆహారములో అమిత శక్తినిచ్చు పదార్థములలో తైలములు అతి ముఖ్యమైనవి. అనుదినమును సహజ తైలములను గాని, లేక వానితో తయారు చేయబడిన ఇతర ఆహార పదార్థములను గాని వాడుదుము. మాంసకృత్తులు (Proteins) పిండి పదార్థములు (Carbohydrates) కన్న ఇవి అధిక శక్తి నిచ్చును. A.D.E, విటమినులు వీనిలో విలీనమగు (Soluble) రూపములో నుండుట వలన ఇవి మంచి పోషక పదార్థములుగా ఉపయోగ పడుతున్నవి.

తైలములు మొక్కలనుండి గాని, జంతువుల నుండి గాని, లభించును. వీనిలో, నీటిలో కరు

గని (Water Insoluble) ఫాటీ ఆమ్లముల త్రిగ్లిసరైడు (Triglycerides of fatty acids) అణువులున్నవి. సాధారణ ఉష్ణోగ్రత వద్ద మన రూపములో గాని, అర్ధ మనాకారములు, (Semi-solids) గా గాని ఉండు తైలములను క్రొవ్వులు (Fats) అనియు, అదే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రవ రూపములో నుండు వానిని నూనెలు (Oils) అనియు వ్యవహరింతురు. వీనిలోగల త్రిగ్లిసరైడులు సుమారు 90 శాతము ఫాటీ ఆమ్లముల (Fatty acids)ను, 5 శాతము గ్లిసరాల్ (Glycerol)ను ఈ క్రింది నిర్మాణములో కలిగి యుండును.

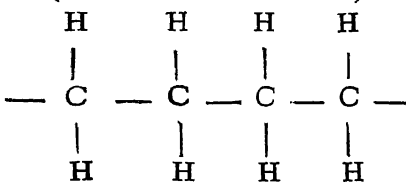


గ్లిసరాల్ (Glycerol) + ఫాటీ ఆమ్లము  
(అణు భారము = 41) (అణు భారము 650నుండి  
→ 9970 వరకు) తైలము + నీరు

నూనెలు, కొవ్వులు, వీనియందుండు ఫాటీ ఆమ్ల మేలికలు (Fatty Acid Radicals) ముఖ్యముగా గ్లిసరైడు అణువులను కలిగియుండుటచే వీని ధర్మము ఆ ఫాటీ ఆమ్ల ధర్మముల పైననే ఆధారపడి యుండును. సాధారణముగా ఫాటీ ఆమ్లముల సగటు అణుభారము ఎక్కువయి, వాని అసంతృప్తత (Unsatisfaction) తగ్గిన కొలదీ ద్రవీభవన స్థానము (Melting Print) ఎక్కువగుటవలన సులభముగా ఘనీభవించుచుండును. ఫాటీ నూనెలను స్థిర తైలములు (Fixed Oils) అందురు. ఇవి సువాసన తైలముల (Essential Oils) కంటే భిన్నముగా నుండును.

ఈ తైలములు - సబ్బు, గ్లిసరీన్, రిఫైన్డ్ ఆయిల్, వనస్పతి, అలంకరణ సామాగ్రులు (Toilette Oils), కందెనలు (Lnbricants), మందులు, పెయింట్లు, వార్నిషులు మొదలగువాని, రూపమున ఎన్నో పరిశ్రమలలో, నుపయోగపడుటచే పారిశ్రామి

(Saturated Corbonates)



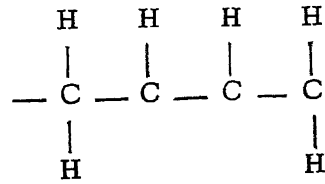
సంతృప్త కర్బన గొలుసు

కముగా కూడ ఇవి ప్రముఖ స్థానమును వహించినవి. తైలముల సంఘటనము (Composition of Fats and Oils):

సహజముగా లభించు ఫాటీ ఆమ్లములు సాధారణముగా ఏకలవణాధార (Monobasic) వివృత శృంఖలా సమ్మేళనములు (Aliphatic Compounds) అయి ఉండి. హైడ్రోకార్బను గొలుసు చివరలందు కార్బాక్సిల్ సమూహము (Carboxyl Group) కలుపబడి యుండును. కొద్ది అపవాదములు(Exeptions)ఉన్నను, అన్ని ఫాటీ ఆమ్లములలోను సరి సంఖ్య గల కర్బన పరమాణువులుండును.

ఫాటీ ఆమ్లములలోని గొలుసులలో ప్రతి కర్బన పరమాణువునకు రెండేసి ఉదజని పరమాణువులున్నచో, అట్టి ఆమ్లములను సంతృప్త ఫాటీ ఆమ్లములు(Saturated Fatty Acids) అనియు, అట్లుగాకఫాటీఆమ్లములగొలుసులో ష్టబింధనములు (Double Bonds)ఉన్నచో, అట్టి వానినిఅసంతృప్త ఫాటీ ఆమ్లములు (Unsaturated Fatty Acids) అనియు అందురు.

(Unsaturated Corbonates)



అసంతృప్త కర్బన గొలుసు

అసంతృప్త ఫాటీ ఆమ్లములలో కార్బాక్సిలిక్ సమూహమున్న కొనునుండి లెక్కించి ద్విబంధము (Double bond) ఉన్న కర్బన పరమాణువుల సంఖ్యను ముందుగానే నిర్ణయింతురు. ఉదాహరణకు లినోలినిక్ ఆమ్లములో 9, 10, కర్బన పరమాణువుల మధ్య, 12, 13, కర్బన పరమాణువుల మధ్య, 15, 16, కర్బన పరమాణువుల మధ్య మొత్తము మూడు ద్విబంధములున్నవి రెండుగాని, అంతకంటె ఎక్కువగాని ద్విబంధనములు ఒకే ఒక బంధనము(Single Bond)తో వేరు చేయబడినపుడు అట్టి ద్విబంధనములను, కాంజుగేటెడ్ ద్విబంధనములనియు, అట్టి ద్విబంధనములుగల అసంతృప్తతను, కాంజుగేటెడ్ అసంతృప్తత (Conjugated Unsaturation) అనియు అందురు. ఇట్టి అసంతృప్తత గల ఫాటీ ఆమ్లములుండుట వలన నూనెలకు త్వరగా ఆరునట్టి గుణము (Drying Property) ఉండును.

ప్రామాణిక ప్రయోగ పరిస్థితులలో 1 గ్రాము నూనె పీల్చుకొను (Absorb) అయోడిన్ భారము

(మిల్లిగ్రాములలో)ను ఆ నూనె యొక్క అయోడిక విలువ అని పిల్చి, దీనిని నూనెల అసంతృప్తతను కొలుచు కొలతగా ఉపయోగింతురు.

ఫాటీ ఆమ్లపు ద్రైగ్లిసరైడు అణువుల సమూహము లగుటచే, క్రొవ్యులను నీటి సమక్షములో గాని, ఖార సమక్షములో గాని, జల విశ్లేషణము (Hydrolysis) చెందించ వచ్చును. ఖార సమక్షములో జరుగు జలవిశ్లేషణమును సపోనిఫికేషన్ (Saponification) అనిఅందురు. 1 గ్రాము నూనె లేక క్రొవ్యు సపోనిఫై అగుటకు కావలసిన దాహక పొటాష్ (Potassium Hydroxide) భారమును, (మిల్లిగ్రాములలో) ఆ నూనె యొక్క సపోనిఫికేషన్ విలువ (Sap Value) అని అందురు. ఈ విలువ వలన నూనె, లేక క్రొవ్యు, సగటు అణుభారమును అంచనా వేయవచ్చును. కొన్ని సహజ ఫాటీ ఆమ్లములు, వాని అణు సూత్రములు, ఉనికి, ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రతలు, ఈ క్రింది పట్టికలో నీయబడినవి

### ఫా టీ ఆ మ్ల ము ల ప ట్టి క

#### (Saturated Fatty Acids)

క్రమ సంఖ్య.	ఆమ్లము పేరు.	కర్బన పరమాణువుల సంఖ్య.	అణు సూత్రము	ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రత Melting Point °C	ముఖ్యముగాలభించుస్థానం
1	2	3	4	5	6

#### 1. సంతృప్త ఫా టీ ఆ మ్ల ము

#### (Saturated Fatty Acids)

(1)	బ్యూటిక్ ఆమ్లము. (Butyric Acid)	4	$C_4 H^8 O_2$	— 8	క్షీరసంబంధమైన క్రొవ్యులు Milk Fats
(2)	లారిక్ ఆమ్లము,	12	$C_{12} H_{24} O_2$	43.5	క్షీరసంబంధమైన క్రొవ్యులు కొబ్బరినూనెలో 50 శా.వరకు
(3)	పాల్మిటిక్ ఆమ్లము. (Palmitic Acid)	16	$C_{16} H_{32} O_2$	62.9	ఇంచుమించు అన్ని క్రొవ్యులు, నూనెలలోను, పాక్ నూనెలో 40 శాతము.
(4)	స్టీరిక్ ఆమ్లము (Srearic Acid)	18	$C_{18} H_{36} O_2$	69.9	చాల విరివిగా వ్యాపించి ఉన్నది.

## 2. అసంతృప్త ఫాటీ ఆమ్లములు (Unsaturated Fatty Acid)

(1)	ఓలిక్ ఆమ్లము.	18	9, C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	15	ఆలిక్ నూనెలో 80 శాతము; ఇంచుమించు ఇతర నూనెలన్నిటిలో,
(2)	లినోలిక్ ఆమ్లము.	18	9, 12 C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	— 5	కుసుమ నూనెలో 75 శా.; ప్రత్తిగింజల నూనెలో 45 శాతము; ఇతర గింజలనుండి లభించు నూనెలలో
(3)	లినోలినిక్ ఆమ్లము.	18	9, 12, 15 C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	— 11	అవిసె నూనెలో 50 శా. పెరిల్లా నూనెలో 65 శా. త్వరితముగా ఆరునట్టి ఇతర క్రోవులలో

## 3. కాంజుగేటెడ్ ఫాటీ ఆమ్లములు (Conjugated Fatty Acids)

(1)	ఇలియోస్టీరిక్ ఆమ్లము. (Eleostearic Acid)	18	9, 11, 13 C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	49	తుంగ్ నూనె, చైనా కలప నూనె (China Wood Oil)లో 70 నుండి 80 శా.
-----	---	----	---	----	--

క్రోవులు, నూనెల సంఘటనమును పూర్తిగా నిర్దేశించుట కష్ట సాధ్యము. రసాయన విశ్లేషణము (Chemical Analysis) వలన వానిలో గల వివిధ ఫాటీ ఆమ్లముల సాపేక్ష అనుపాతము (Relative Proportion) మాత్రమే తెలియ నగును.

### తైలముల సామాన్య వర్గీకరణము (General Classification of Oils and Fats)

అయోడిన్ విలవను బట్టి, అసంతృప్తత నాధారముగా చేసుకొని, నూనెలు, క్రోవులను మూడు ముఖ్య తరగతులుగా విభజింపవచ్చును. అయోడిన్ విలువ 100 వఱకు గల నూనెలను అరని నూనెలు (Non drying oils) అని, 100 నుండి 140 వరకు గల నూనెలను సెమీ డ్రయింగ్ (Semi Drying oils) నూనెలని, ఈ విలువ 140 పైన

గల నూనెలను త్వరగా ఆరునట్టి నూనెలు (Drying oils) అని పేర్కొనిరి. ఇవిగాక తైలముల సంఘటనము (Composition) ఉనికి, పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యములను బట్టి ఈ క్రింది తరగతులుగా విభజించిరి.

### 1. క్షీరసంబంధమైన క్రోవులు (Milk-Fats):

గృహములలో నుండు పాడి పశువుల పాల నుండి ఇవి లభించును. ఇవి అన్నియు ఒకే విధమైన సంఘటనమును కల్గియుండును. వీనిలో బ్యూటిక్ ఆమ్లము (Butric acid) హెచ్చు పరిమాణములో నుండి, తక్కువ అణు భారముగల ఫాటీ ఆమ్లములు కొద్దిగా నుండును. ఈ తరగతికి చెందిన వానిలో నధికములు ఆహార యోగ్యములే.

## 2. లారిక్ ఆమ్ల వర్గము (Lauric acid Group):

కొబ్బరి, బొప్పాయి, మొదలగు తాళ వృక్ష జాతి విత్తుల నుండి లభించు నూనెలు ఈ కోవకు చెందును. ఇతర క్రొవ్యుల కంటే వీనిలో లారిక్ ఆమ్ల శాతము ఎక్కువగా నుండును (40 నుండి 50 శాతము). ఇదియే గాక వీనియందు 8, 10, 14, 16 కర్బన పరమాణువులతో సన్న సంతృప్త పాటి ఆమ్లములు (Saturated fatty Acids) స్వల్ప పరిమాణములో నుండును. మిక్కిలి తక్కువ సంతృప్తతను కలిగి యుండుటచే వీని ద్రవీభవన స్థానము తక్కువగా నుండును. ఇవి తినుటకు ఉపయోగపడు మేలైన క్రొవ్య పదార్థములు. ఈ నూనెలను ప్రత్యేకముగా సబ్బు పరిశ్రమలో నుపయోగింతురు. తక్కువ అణు భారముగల పాటి ఆమ్లములను వాని ఉత్పన్న పదార్థముల (Derivatives) ను తయారుచేయుటకై ఇవి పనికి వచ్చును.

## వృక్ష సంబంధమైన నవనీతములు (Vegetable Butter Group):

ఇవి చాల ఖరీదైన శదార్థములు. ఉష్ణమండల మందలి కొన్ని చెట్ల విత్తనముల నుండి ఇవి లభించును. కోకో బట్టరు (Coco Butter) ను వీని ప్రతినిధిగా పేర్కొన నగును. వీనిలో 14 నుండి 18 వరకు కర్బన పరమాణువులు గల సంతృప్త పాటి ఆమ్లములు సుమారు 60 శాతమును, ఓలిక్ లినోలిక్ మొదలగునవి, అసంతృప్త పాటి ఆమ్లములు ఉండి, ఇవి అల్పద్రవీభవన స్థానము లోను, మృదుత్వములోను, లారిక్ ఆమ్ల పెర్ల నూనె లను పోలి యుండును. వీనిని తిను బండారముల (Confections) లోను, ఔషధముల తయారీ లోను, ఉపయోగింతురు.

## 4. జంతు సంబంధమైన క్రొవ్యులు (Animal Fats):

పంది క్రొవ్యు, ఇతర జంతువుల క్రొవ్యులు ఈ జాతికి చెందినవి. వీనిలో 16, 18, కర్బన పరమాణువులు గల పాటి ఆమ్ల భాగములు అధికముగా నుండి, తక్కువ మొత్తములో అసంతృప్త (Unsaturation) ఉండును. పూర్తిగా సంతృప్తము చెందిన గ్లిసరైడు లెక్కువ పరిమాణములో నుండుటచే ఇవి మృదువు (Plastic)గా ఉండును. నిజానికి మంచి ఆహార పదార్థములే అయినను జంతువుల నుండి దాని కళిబరముల నుండి తీయుటచే దీనిని ఆహార పదార్థముగా నిషేధించిరి సబ్బుల పరిశ్రమలోను, క్రొవ్యొత్తుల తయారీలోను, వీనిని విరివిగా ఉపయోగింతురు.

## 5. ఓలిక్, లినోలిక్ ఆమ్ల సముదాయము (Olic and Linolic acid Group):

నూనెలలో ఎక్కువ భాగము ఈ రకమునకు చెందినవే. ఇవి అన్నియు వృక్ష జనీతమైనవే. వీనిలో అసంతృప్త పాటి ఆమ్లములే ఎక్కువగా ఉండి సంతృప్త ఆమ్లములు 20 శాతము లోపుననే ఉండును. వీనిలో లినోలినిక్ వంటి ద్రైసేట్యు రేటెడ్ గ్లిసరైడులు (Tri Saturated Glycerides) లేకపోవుటచే ఈ నూనెలు చాల వఱకు సాధారణ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రవములు గానే ఉండును. వీనిని అనువైన విధముగా మలచ వీలగును. ఇతర రకముల నూనెల కంటే ఇవి తేలిక. ఇవి ఆహారయోగ్యములు. ఇవి సబ్బుల పరిశ్రమలో కూడ ఉపయోగపడును. ప్రత్తి గింజలు, నవ్వులు (Sesame) ఆరిక్ నూనెలు, మొదలగునవి, ఈ జాతికి చెందినవే.

## 6. యూరిసిక్ ఆమ్లసమూహము (Euric Acid Group):

ఈ వర్గపు నూనెలలో 40 నుండి 50 శాతము వఱకు యూరిసిక్ ఆమ్లముండును. లినోలినిక్,

ఇకోసిన్‌యిక్ ఆమ్లములు కూడ స్వల్ప పరిమాణములో నుండును. ఆహార పదార్థములుగా వాడబడునప్పటికి ముఖ్యముగా వీనిని కందెన నూనెల (Lubricating Oils) తయారీలో వాడుదురు.

### 7. లినోలినిక్ ఆమ్ల జాతి (Linolinic Acid Group) :

ఒలిక్ లినోలిక్ ఆమ్లములతో బాటు లినోనిలిక్ ఆమ్లము కూడ చెప్పదగినంత పరిమాణంలో వీని యందుండును. ఈ జాతి నూనెలకు తొందరగా ఆరిపోవు ధర్మము (Drying Property) ఉండుటచే వీనిని సర్ ఫేస్ కోటింగ్ (Surface Coating) లలో ఉపయోగించుదురు. కొద్ది ఆక్సికరణము చెందినను, రంగు, రుచి, వాసన లతో భేదము కలుగుచుండుటచే, ఇవి ఆహార యోగ్యములు కావు. వీనికి ఉదాహరణలుగా అవిసె, పెరిల్లా, సోయా, చిక్కుడు మొదలగువాని నూనెలకు పేర్కొన వచ్చును.

### 8. కాన్జుగేటెడ్ ఆమ్ల జాతి (Conjugated Acid Group) :

ఇవి పెయింట్లు, వార్నిషు తయారీలో విరివిగా ఉపయోగపడుటచే పారిశ్రామికముగా ప్రాముఖ్యమును పొందినవి. వీనిలో కాన్జుగేటెడ్ ఆసంతృప్తత గల ఇలియాస్టీరిక్ లికానిక్ (Licanic) మొదలగు ఆమ్లములుండును. తుంగ్ ఆయిల్, ఓయిటిసికా నూనె ఈ జాతికి ప్రతినిధులు.

### 9 జలచరముల నూనెలు (Marine Oil Group);

వీనిని తిసుబండారములు చేయుట యందును, సబ్బులు, పెయింట్లు, మొదలగు పరిశ్రమలలోను ఉపయోగించుదురు. 18 కర్బన పరమాణువులు గల ఆమ్లములతో బాటు 16, 20, 22 ఇంకా ఎక్కువ కూడ కర్బన పరమాణు గొలుసులు గల ఆసంతృప్త

ఫాటీ ఆమ్లములు వీని యందుండును. చేప నూనె, లును, తిమింగలము (Whale) మొదలగు జలచరముల నుండితీయు నూనెలను వీని కుదాహరణములు. చేపల కాలేయముల నుండి తీయు నూనెల (Fish Liver Oils) లో A, D విటమినులు విరివిగా నుండును.

### 10. హైడ్రాక్సి ఆమ్ల వర్గము (Hydroxy Acid Group) :

ఈ జాతికి చెందిన ఒకే ఒక ముఖ్యమైన నూనె అముదము (Castor Oil). దీని యందు ఎక్కువ పరిమాణములో రెసిలోనెలిక్ ఆమ్ల (Recilonelic Acid) గ్లిసరైడు లుండును. నిర్జలీకరణ విధానము, (Dehydration Process) ద్వారా ఇది కాంజుగేటెడ్ ఆమ్ల నూనెగా మారి, వార్నిషులు పెయింట్లు మొదలగు పరిశ్రమలలో విరివిగా వాడబడుచున్నది. కందెన (Lubricant) గాను హైడ్రాలిక్ యంత్ర ద్రవముగాను, కూడ ఇది మిక్కిలి ఉపయోగపడును.

### సంగ్రహణము (Extraction) :

సాధారణముగా గింజలు, కొన్ని ఫలముల గుఱ్ఱ (Pulp), క్రొవ్వనిచ్చు జంతువుల పొరలు (Tissues) - వీనినుండి నూనెలను తీయుదురు. నూనె తీసివేయబడిన అవశేషముల (Residues)లో మాంసకృత్తులు (Proteins) విరివిగా నుండుటచే, వీనిని పశుగ్రాసము (cattle fodder)గా ఉపయోగించుదురు. నూనెల సంగ్రహణలో (a) నూనెగింజల తయారీ (Processing of oil seeds), (b) తయారైన గింజలనుండి నూనెను పొందుట, (c) రిఫైనింగ్ ఆను మూడు సోపానములుండును.

#### (a) నూనె గింజల తయారీ :

ఈ సోపానములో గింజలలో ఇతర అవాంఛనీయ పదార్థములేవియు లేకుండునట్లు శుభ్రపరచు

దురు. తరువాత గింజలపై నుండు దళసరిపొట్టు కెర్నల్ (Kernel) ను విడిపోయినట్లు తీసి వేయుదురు. ఆ వెనుక కెర్నల్ ను చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేయుదురు. కొబ్బరి, తాళ ఫలములను శుభ్ర పరచుటలో ఈ పనులన్నియు చేతితోనే చేయుదురు. అనగా పొట్టుతీయుట వరకు ఇతర చిన్న గింజలకు యంత్రములలోని ఒక విభాగమును ఉపయోగింతురు. గింజలను చిన్న కణములుగా గాని, పలువని రేకులుగా గాని విభజించు నట్లు నలగ గొట్టుట, నూనెలు తీయుటకు చాలా అవసరము.

నూనె గింజల నుండి యాంత్రిక విధానమున నూనె తీయుటకు ముందు కొన్ని కొన్ని గింజలను వండుట (Cooking) జరుగును. దీనివలన గింజలలోని నీటి పరిమాణము తగు మాత్రముగా సరి చేయబడి, నూనె వచ్చుటకు వీలుగా గింజలకు మృదుత్వమువచ్చును. ఆముదము గింజలను వండనవసరము లేదు.

(b) నూనె తీయుట (Extraction) :

(1) యాంత్రిక విధానము :

ఈ విధానముతో తెరచియుండు హైడ్రాలిక్ యంత్రముల (Open Hydraulic Presser) ను గాని, స్క్రూ యంత్రములను గాని వాడుదురు. తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలోనే ఆముదపు గింజల నూనెను, కొబ్బరి నూనెను, ప్రత్యేక యంత్ర సహాయమున పొందుదురు.

(2) ద్రావణి సంగ్రహణము (Solvent Extraction)

కొద్ది పరిమాణముతో నూనె గల్గిన గింజలనుండి, ఇతర విధానములలో నూనెను తీసివేయగా మిగిలిన అవశేషముల నుండి నూనెలను పొందుటకు ఈ విధానము మేలైనది. దీనియందు ద్రావణులుగా పెట్రోలియంను అంశిక స్వేదనము (Fractional Dis-

tilation) చెందించుటలో నేర్పడు నార్మల్ హెక్సేన్ (Normal Hexane) లేక బెంటీను వంటి తేలిక పదార్థములనే వాడుదురు.

3. ఫలముల గుఱ్ఱానుండి నూనె తీయుట

అలివ్ మొదలగు నూనెలను పొందుటకు ముందు, ఆ పదార్థములను ఎడ్జి రన్నరులు (Edge Runners) అనబడు సాధనములలో బాగుగా నలగ గొట్టుదురు. తరువాత ఆగుఱ్ఱాను ఓపెన్ ప్రెస్ డ్రాలిక్ యంత్రములలో గాని, కుంభ యంత్రముల (pot Presser)లో గాని స్త్రూ యంత్రములలో గాని వేసి వత్తుదురు. మొదటిసారి వత్తునప్పుడు వచ్చిన నూనెను 'వర్జిన్' (Virgin) నూనె అందురు. 'వర్జిన్' నూనె తీయగా మిగిలిన పదార్థమును 'మార్కు' (Marc) అందురు. ఈ 'మార్కు' నుండి ద్రావణి సంగ్రహణ విధానమున మిగిలిన నూనెను పొందుదురు.

తాళ ఫలముల గుత్తులను ఆటో క్లేవులు (Auto Claves) అను సాధనములలో ఆవిరితో ఉడుక బెట్టుదురు. దీనివలన ఆ ఫలములందలి ఎంజైము చర్య ఆగిపోవుటయేగాక, పీచునుండి ఫలము త్వరగా విడివడును. తరువాత ఆవిరితో వేడిచేయబడు పాత్రల (Kettles) లో వీనిని వండుదురు. ఆ పైన ప్రత్యేక కేక్ యంత్రములలో వేడినూనెను గ్రహింతురు. నీరు మొదలగు ఇతర పదార్థముల నుండి తేర్చుట వలన గాని, చిలుకుట (centrifuging) వలన గాని, నూనెను వేరు చేయుదురు.

(4) రెండరింగ్ (Rendering):

పంది క్రొవ్వు, ఇతర క్రొవ్వులు జలదరముల నూనెలు మొదలగు వానిని ఈ విధానమున పొందవచ్చును. తిమింగిళము (Whale) నూనెలను, చేప నూనెలను తడి రెండరింగ్ (Wet Rendering)తో పొందుదురు.



### (c) నూనెలను శుద్ధి చేయుట (Refining of Oils)

పైన పేర్కొనబడిన వివిధ విధానములలో పొందిన నూనెలలో స్వతంత్ర ఫాటీ ఆమ్లములు (Free Fatty Acids), ఫాస్ఫరైడ్లు (Phosphatides) మొదలగునవియు, ఇతర అవాంఛనీయ (Undesirables) మాలిన్యములను ఉండను. వీని వలన నూనెలకు ముదురురంగు, నురుగు పొగలు వచ్చుట మొదలగు ఎన్నో అవలక్షణములు కలుగును. వీనిని తొలగించుటయే శుద్ధి చేయుటలో గల లక్ష్యము. విరంజనము (Bleaching) వలన నూనెలకు కల్గిన ముదురురంగు చాలా వరకు తగ్గుట మాత్రమే జరుగును. శుద్ధిచేసి విరంజనము చేసిన తరువాత నూనెల నుండి వాసన కలుగజేయు పదార్థములను తొలగించుదురు.

నూనెలను శుద్ధి చేయుటకు ఖారములను ఉపయోగించుట వలన, స్వతంత్ర ఫాటీ ఆమ్లములు (Free Fatty Acids) నల్బు రూపములో తొలగించబడును. జల సంకలనము (Hydration) వలన ఇతర ఆమ్ల మాలిన్యములు తొలగింపబడును. శుద్ధి చేయుటకు సోడా షేష్ (Soda ash), సోడియం బై కార్బోనేట్ మొదలగు మృదు ఖారములను, ఎథనాల్ ఎమైన్ (Ethanol Amine) వంటి కర్పన లవణాధారములను గాని వాడుదురు.

ఫాస్ఫరైడ్లు, మాంసకృత్తులు, మట్టి మొదలగు ఇతర మాలిన్యములను ఆవిరి వలన జల సంకలనము చెందించి వేరుపరచును. ఈ విధానమును ఆవిరిలో శుద్ధి చేయుట (Steam Refining) అందురు. స్వతంత్ర ఫాటీ ఆమ్లములను ఆవిరిచే స్వేదనము నొందించుట (Steam Distillation) ద్వారా కూడా తొలగించవచ్చును. ఇటీవల ద్రవరూపములకు ఉపయోగించి ద్రవరూపములో సంగ్రహించు విధానము (Liquid Liquid Extraction) ఒక శుద్ధి

చేయు విధానముగా ప్రాముఖ్యమును సంపాదించినది. బాగా రంగు కలిగి, ఇతర విధానముల ద్వారా విరంజనము చేయుట సాధ్యముకాని తక్కువరకపు క్రొవ్వు పదార్థములను శుద్ధిచేయుటకు బాగుగా ఇది ఉపయోగపడును.

పెయింట్లలో ప్రత్యేకముగా ఉపయోగించు నూనెలను గాఢ గంధకామ్లము (Strong Sulphuric Acid) చే శుద్ధి చేయుదురు. ప్రమాణ విరంజన పద్ధతి (Standard Method of Bleaching)లో విరంజన మృత్తిక (Bleaching Earth) లేదా కర్పనము మొదలగు పదార్థములతో శోషణము (Adsorption) చెందించుట ద్వారా నూనెలను విరంజనము చేయుదురు. రంగునిచ్చు కార్డినాయిడ్ పదార్థములు (Cardinoid Pigments) వేడి చేసినపుడు స్థిరముగా నుండక పోవుటచే, అవి హైడ్రోజనేషన్ విధానములో రంగులేని పదార్థములుగా మారును. హైడ్రజనీకరణము (Hydrogenation), వాసన పోగొట్టు విధానము (Deodorisation) లలో విరంజన చర్య తలపని తలంపుగా జరుగుచుండును.

ప్రపంచములో నూనెగింజలు పండించుదేశములన్నిటియందు భారతదేశము ఒకటి. ప్రపంచమందు మొత్తము నూనెగింజలు ఉత్పత్తిలో హిందూదేశము నందు 17 శాతము ఉత్పత్తియగుచున్నది. వేరు సెనగ, ఆవాలు, నవ్వులు (Sesame) ఈ మూడింటి ఉత్పత్తియందు ప్రపంచ ఉత్పత్తిలో అగ్రస్థానమును ఈ దేశము అలంకరించినది. మనదేశము అముదముల ఉత్పత్తిలో రెండవ స్థానమును, అవిసెగింజల ఉత్పత్తిలో 5 వ. స్థానమును, ప్రపంచమందు పొందినది. ఇవియే గాక కుసుమలు (Safflower Seeds), పొగాకు గింజలు (Tobacco Seeds), పాప్పీసీడ్ (Poppy Seeds), నైగర్ మొదలగు ఇతర నూనె గింజలు కూడ కొద్ది పరిమాణములలో హిందూ దేశమునందు ఉత్పత్తియగుచున్నవి.

అహార పదార్థములుగా ఉపయోగపడు నూనెలను, వనస్పతి, రిఫైనెదాయిలు మొదలగు వానిలోను, ఆధునిక నాగరికతా చిహ్నములుగ ఉపయోగించు పెయింట్లు, వార్నిషుల తయారీలోను, ఆరోగ్యమునకు అవసరమగు మందులలోను, నిత్యజీవితములో సౌందర్య సాధన సామాగ్రులుగా ఉపయోగపడు సబ్బులు మొదలైన వానిలోను ఎన్నో

పరిశ్రమలలో ముఖ్యపదార్థములైన నూనెలు, క్రొవ్వులు- వీని ఉత్పత్తి, ఉపయోగములను గూర్చిన ప్రస్తుత పరిశోధనలు సక్రమ మార్గములో సాగినచో వ్యావసాయకముగా భారతదేశపు ఆర్థికాభివృద్ధి మరింత మెరుగుపడుననుటలో అతిశయోక్తి లేదు.

డా॥ డి. శివరామయ్య.

## 283. పంచదార సాంకేతిక విజ్ఞానము (Sugar Technology)

మానవుడు జీవించుటకు అతి ముఖ్యమైన పదార్థములలో పంచదార ఒకటి. సూర్యరశ్మి, కర్పన ద్వితీయజనితము ( $\text{CO}_2$ ). మరియు నీటి ప్రభావముచే చెట్లు కార్బోహైడ్రేట్ (Carbo Hydrates) పంచదార (Sugar) మరియు పిండి (Starch)ని తయారుచేయును. మానవునికి ముఖ్యవనరులైన పంచదార చెట్లనుండి గ్రహించబడుచున్నది మానవుడు జీవించుటకు 13 శాతము శక్తి (Energy) పంచదార వాడుటవలన లభించును. మానవునికి ప్రతి సంవత్సరము వాడే పంచదార ప్రమాణము తన బరువుకు సమానముగా ఉండవలయును.

పంచదార తయారుచేయు విధానము, 1889లో ఉత్తర అమెరికాలో ప్రారంభమైనది. తదుపరి 1761 నుండి తూర్పు ఖండము (Continent)లో చెఱకు పంట ఉత్పత్తి ప్రారంభమైనది. అప్పటి నుండి చెఱకు రసము తీయు విధానములు దిశదిశాభివృద్ధి చెందినవి. నవీన యంత్రములను ఉపయోగించి పంచదార ఉత్పత్తిని అధికముగా చేయుటకు ప్రయత్నములు కొనసాగినవి.

పంచదార చెఱకు గడనుండియే కాక బీట్‌రూట్ (Beet-Root) నుండి కూడా 1870 నుండి

తయారుచేయు చున్నారు. దాని తీవ్రదనము చెఱకు గడనుండి తీసిన పంచదారకన్న తక్కువగ ఉండును ప్రపంచ పంచదార ఉత్పత్తిలో 90 శాతము మానవుని ఆహార పదార్థముగాను, మిగిలిన 10 శాతము రసాయన పదార్థములు, మందులు తయారు చేయుటకును ఉపయోగింపబడుచున్నది.

పంచదారను రెండు రకములైన ముడి పదార్థము నుండి ముఖ్యముగా తయారు చేయుదురు.

1. చెఱకుగడ 2 బీట్‌రూట్ (Beet-Root)

1. పంచదారను చెరకుగడనుండి తయారు చేయు విధము :

చెఱకు గడ ఒక్కొక్కటి 8 నుండి 15 అడుగుల వరకు పొడవుగా సన్నగా నుండును. ఇందులో 11-15 శాతము వరకు సుక్రోస్ (Sucrose) చేరియుండును. ఇది ఒక సంవత్సరపు పంట.

మొదట చెఱకు గడను మట్టిపోవునట్లుగా నీటితో కడుగవలయును. తదుపరి ముక్కలు చేయు యంత్రము (crusher) లో ముక్కలు ముక్కలుగా చేసి చెఱకురసమును, తీయుయంత్రమునకు పంపవలయును.

చెఱుకు ముక్కలను యంత్రముల ద్వారా బాగా వత్తిడిచేసి, చెఱుకు రసమును తీయుదురు. దీని ద్వారా 98 శాతము వరకు రసమును చెఱుకు గడ నుండి తీయవచ్చును.

ఈ తీసిన చెఱుకురసమును వడపోసి, సున్నము ( $\text{Ca OH}$ )<sub>2</sub>ను కలిపిన అవసరమగు కఠిన పదార్థములు సున్నముతో సమ్మేళనము చెంది, గడ్డ కట్టును. భాస్వర ఆప్టమును కొద్ది పాళ్ళలో కలప వలయును. ఈ మిశ్రమ ద్రావణమును పెద్దపెద్ద ఉక్కు(Steel)పాత్రలలో పోసి, మరుగునట్లు ఆవిరి గొట్టములచే వేడిచేయుదురు. ద్రావణము చల్లారిన పిదప వేరే పాత్రలలోనికి పంపి నిలకడగా నుంచెదరు.

నిలకడగా నుంచిన పాత్రలలోని పేరుకున్న పదార్థమును తిరిగెడి వృత్తాకార నిర్వాత పీడన యంత్రము (Rotary drum vacuum filter) లోనికి పంపిన గడ్డిపదార్థమంతయు వాటిలో నిలచి పోయి ద్రావణము వేరగును.

ఇట్టిద్రావణమును, నిలకడగానుంచిన పాత్రలలోని ప్రైద్రావణముతో కలిపి ఇగుర్చుయంత్రము (Evaporator) లలోనికి పంపవలయును. ఆ విధముగా పంపిన ద్రావణము సుమారు 85 శాతము నీరు కలిగి యుండును. ఇగుర్చు యంత్రముల ద్వారా నీరు వేరు చేయబడి 40 శాతము నీరుగల ద్రావణము తయారగును. ఇగుర్చు యంత్రము ద్వారా వచ్చిన ద్రావణము చిక్కగా ఒక రకమైన పసుపు రంగు కలిగి యుండును.

ఈ విధముగా తయారయిన చిక్కని ద్రావణ మును మూడు నిర్వాతపు ఇగుర్చు యంత్రముల (Three Single Effect Vacuum Pans) ద్వారా పంపవలయును. ఈ యంత్రములలో పంచదార కలిగిన చిక్కని ద్రావణము, మరింత చిక్కదనము(Super Saturation)ను పొందును.

చిక్కని ద్రావణమునకు పంచదార స్ఫటికకా న్యూక్లియస్ (Sugar Crystal Nuclei) కలిపి నచో ఇగుర్చు యంత్రములలోని పట్టి (Pan) లపై పంచదార చేరును. పట్టిలపై చేరిన పంచదారను ముడి పంచదార అందురు. దీనిలో సుమారు 10 శాతము నీరు ఉండును. పంచదార స్ఫటికములు, మరియు మిగిలిన ద్రావణ మిశ్రమమును స్ఫటిక ములు చేయు పరికరము (Crystalliser) లోనికి పంపవలయును. స్ఫటికములు చేయు పరికరములో చల్లబరచగలుగు గొట్టములు (Cooling Pipes) ఉండును. దీనిలో ద్రావణములో మిగిలిన సుక్రోస్ (Sucrose) పంచదార గడ్డలపై ఇచ్చట చేరుచు తరువాత మొత్తము పదార్థమునుండి తిరిగెడి వడపోయ యంత్రము (Centrifugal Filter) ద్వారా నీటిని వేరుచేయగా మిగిలినది ముడి పంచదార. ఈ ముడి పంచదారను సంతులలో నింపి పరిశుద్ధ పరచు స్థలమునకు పంప వలయును.

**ముడి పంచదారను పరిశుద్ధపరచు విధము:**

మొట్టమొదట ముడి పంచదార స్ఫటికములను చిక్కని పంచదార ద్రావణములో వేయ వలయును, చిక్కని పంచదార ద్రావణములో పంచదార ప మాత్రము కరుగక స్ఫటికములను పట్టుకొని యున్న అనవసరపు పదార్థములను దానిలో కరగించు కొనును. ఈ పద్ధతిని ఎఫినేషన్ (Affination) అని అందురు. తరువాత పంచదార ద్రావణమును సెంట్రీ ఫ్యూజ్ (Centrifuge) ద్వారా వేరుచేసి మిగిలిన పంచదార గడ్డ (Sugar Cake) పై నీటిని చల్లుట (Spraying) సాగింతురు.

ఎఫినేషన్ తరువాత తయారయిన పంచదార స్ఫటికములను, ద్రవీభవనల పాత్ర (Melter) లో వేయవలయును. వాటిని సరిసమాన వేడి నీటిలో కరగించవలయును. వేడి నీటికి కొద్దిగా తియ్యని నీటిని కలుప వలయును. ఈ విధముగా

తయారయిన ద్రావణములో కొద్ది భాగము, ఎఫి నేషన్ కు ఉపయోగపడు మింగ్లర్స్ (Minglers లో ఉపయోగించి, మిగిలిన ద్రావణమునకు మరి కొంచము తీపి నీటిని కలిపి డెఫికేటర్స్ (Defecators) కు పంపవలయును. డెఫికేషన్ పద్ధతిలో మన అనవ సరఫ్ఫ పదార్థములు (Solid Impurities) తొలగించబడును. ముడి పంచదార ద్రావణమునకు సున్నము ౬ లిప్పి, దాని యొక్క PH 7.0-7.8 వరకు వచ్చునటుల చూడవలయును. దానికి వడ పోయటకు సహాయపడు డయోటోమేసియస్ ఎర్త్ (Diatomaceous-Earth) ను కొంచము కలుప వలయును. ఆ మిశ్రమమును, వడపోసి పంచదార ద్రావణమును వేరుచేయవలయును. అప్పుడు దానిలో కరగనట్లవంటి పదార్థములు ఏమియు ఉండవు. కరిగి ఉన్న అనవసరపు పదార్థములను ఎముకల బొగ్గు పిండి (Bone Char) తో వేరు చేయవలయును. ఆ పద్ధతిని పర్కొలేషన్ (Percolation) అని అందురు. పర్కొలేషన్ 108°F ఉష్ణోగ్రత వద్ద కొనసాగించవలయును. ముడిపంచదార ద్రావణములో కరిగియున్న పదార్థములను ఎముకల పిండి గ్రహించును.

పర్కొలేషన్ తరువాత ద్రావణమును వడ పోసినచో ఎముకలపిండి నుండి వేరుగును. ఆ విధముగా వేరేరైన పంచదార ద్రావణమును క్రిష్టలైజరు (Crystallizer) లోనికి పంపవలయును. ఆల్బుమిన్ లో పంచదార స్పటికములను క్రిష్టలైజరులో వేసినచో పంచదార స్పటికములు ఎక్కువగా తయారగును. పంచదార స్పటికములు తయారైనతరువాత వడపోసి స్పటికములను వేరుచేసి గ్రాన్యులేటర్ (Granulator) లోనికి పంపవలయును. ఆక్కడ గ్రాన్యులేటర్ లో నీరు అంతయు ఆవిరి రూపమున తొలగించబడి పొడి పంచదార మిగులును. గ్రాన్యులేటరు, అంతర్భాగమును వేరుచేయుటకు దానిలోపల గల గొట్టముల ద్వారా నీటిఆవిరి

(Steam) ని పంపవలయును. ఆ యొక్క వేడిమికి స్పటికములలో ఉన్న నీరు ఆవిరి రూపములో బయటకు వచ్చును. ఈ విధముగా తయారయిన పరిశుభ్రమైన పంచదారయే మనము ఉపయోగించు పంచదార.

చెఱకుగడనుండి పంచదార ద్రావణము తీసిన తరువాత మిగిలిన చెత్తలో 70 శాతమును నీటి ఆవిరి (Steam) తయారగుటకు ఇంధనముగా ఉపయోగించెదరు. ఆ నీటి ఆవిరియొక్క వేడిచేయంత్రములు పనిచేయును. మిగిలిన 30 శాతమున, కాగితము తయారు చేయుటకై ఉపయోగించును.

## 2. బీట్ రూట్ ( Beet-Root ) నుండి పంచదారను తయారుచేయు విధము :

చెఱకుగడ నుంచి తీసిన పంచదారకు, బీట్ రూట్ నుంచి తీసిన పంచదారకు ఏ మాత్రము భేదములేదు. బీట్ రూట్ లో పంచదార 18 నుండి 17 శాతము వరకు ఉండును.

బీట్ రూట్ గడ్డలను నీటిచే పరిశుభ్రపరచి యంత్రముల ద్వారా చిన్న చిన్న ముక్కలు (slices)గా చేయవలయును.

ముక్కలు ముక్కలుగా చేసిన బీట్ రూట్ ను వాటి కోసము ప్రత్యేకముగా తయారు చేసిన పాత్రలలో వేయవలయును. ఆ పాత్రలను డిఫ్యూజర్స్ (Diffusers) అని అందురు. ముక్కలు ఒకవైపు నుండి మరియొక వైపుకు పాత్రలలోనికి పోవనటుల చేసి నీటిని ముక్కలకు ఎదురుగా పంపవలయును. నీటి యొక్క ఉష్ణోగ్రత (Temperature) 180° నుండి 175° ఫారన్ హీట్ వరకు ఉండవలయును. నీరు బీట్ రూట్ ముక్కలలోని పంచదారను తనకో కరగించుకొని బయటకు వచ్చును. దీనిని పంచదార ద్రావణము అని అందురు. బీట్ రూట్ ముక్కలు పంచదారను నీటిలో వడలివేసి బయటకు వచ్చిన తరువాత,

వాటిని ఎక్కువ పీడనముతో వత్తిడి చేసిన వాటిలో గల నీరు బయటకు వచ్చును. ఈ విధముగా బయటకు వచ్చిన నీటిలో కొద్ది మాత్రము పంచదార ఉండును. తరువాత బీట్‌రూట్‌ను డ్రయర్స్ (Driers) లోనికి పంపిన, మిగిలిన నీరు ఆవిరి రూపములో బయటకు పోవును. మిగిలిన పదార్థమును పశుగ్రాసముగా ఉపయోగించ దగ్గును.

పంచదార ద్రావణమును వడపోసిన ఇతర పదార్థముల నుండి వేరగును. ఇతర పదార్థముల నుండి వేరయిన ద్రావణమునకు తడిసున్నము  $[Ca(OH)_2]$  2నుండి 3 శాతము వరకు కలుపవలయును. అనవసరపు పదార్థములను తొలగించుటకు సున్నము ఉపయోగపడును. సున్నము అనవసరపు పదార్థములతో కలిసి క్రింద పేరుకొనును. అది సుమారుగా బీట్ ముక్కల బరువులో 4 నుండి 5 శాతము వరకు ఉండును. పేరుకొనిన పదార్థమును ఆలివర్ వడిపోయు యంత్రముల (Oliver Filters) ద్వారా వేరుచేసి పంచదార ద్రావణమునకు మరి కొంచము సున్నము కలిపి 0.5 శాతము వరకు ఉండునటుల చూడవలయును. ద్రావణములోనికి కర్చిన ద్విఆప్టు జనిదము ( $CO_2$ )ను వేడిదళలో పంపవలయును. ఈ ద్రావణమును ఫ్లేట్ మరియు ఫ్రేమ్ ప్రెస్ (Plate and Frame Press) ద్వారా వడపోయ వలయును. వడపోసిన తరువాత వచ్చిన ద్రావణములో క్యాల్షియం ఐయాన్స్ (Calcium Ions) ఎక్కువగా ఉండును.

ఈ ద్రావణము గుండా గంధకద్వి ఆప్టుజనిదము ( $SO_2$ ) ను పంపించో క్యాల్షియం ఐయాన్స్‌తో సంయోగము చెందును. తరువాత ద్రావణమును ఫ్లేట్ మరియు ఫ్రేమ్ పిల్టర్ ద్వారా వడపోయ వలయును. శుభ్ర పరచిన ద్రావణములో 10 నుండి 12 శాతము వరకు పంచదార ఉండును. ఈ ద్రావణమును ఇగుర్చు యంత్రముల (Evaporators) ద్వారా పంపినపుడు చిక్కని ద్రావణముగా తయారై సుమారు 60 శాతము పంచదార కలిగి ఉండును. అవసరమైనచో క్యాల్షియం ఐయాన్స్‌ను తొలగించుటకు గంధక ద్వి ఆప్టు జనిదమును ద్రావణములోనికి పంపి వడపోయ వలెను. ఈ చిక్కని ద్రావణమును యాక్టివ్ కర్బనము (Active Carbon)తో కలిపినచో ద్రావణము పరిశుభ్ర పడుటయే కాక, దాని యొక్క రంగు కూడా తొలగింపబడును.

ఈ చిక్కని పరిశుభ్ర పరచబడిన పంచదార ద్రావణమును వ్యాక్యుమ్ పాన్స్ (Vacuum Pans) ద్వారా పంపినచో దానిలోని నీరు అంతయు తొలగింపబడును. తరువాత వచ్చిన పంచదారను గ్రాన్యూలేటర్ ద్వారా పంపగా నీరు ఆవిరి రూపములో వేరగును. ఇప్పుడు వచ్చిన పంచదారనే స్క్రినింగ్ చేసి సంచులలో నింపి మార్కెట్‌కు పంపెదరు.

శ్రీ యస్. వెంకటేశ్వర్.

## 284. మందుల తయారీ (Pharmaceutical Technology)

రోగాన్ని నిర్మూలించడానికి గాని, రోగం రాకుండా నిరోధించడానికి గాని, రోగ నిర్ణయం చెయ్యడానికి గాని ఉపయోగపడే పదార్థం మందు.

కొన్ని మందులు ప్రకృతిలో దొరుకుతాయి. కొన్నింటిని రసాయనిక సంయోగవిధానం వల్ల ఉత్పన్నం చెయ్యాలి. ప్రకృతి సిద్ధంగా దొరుకుతున్న

మందుల్ని ఇతర మూల ద్రవ్యాల నుంచి వేరుచేసి పరిశుభ్ర పరచవలసి ఉంటుంది. ఉదాహరణకి క్వినీన్ అనే పదార్థాన్ని సింకోనా చెట్టు బెరడు నుంచి సంగ్రహిస్తారు. సింకోనాచెట్టు బెరడు తియ్యడం మొదలు, దానిని రసాయనశాలలో పొడిగా చేసి వివిధ ద్రవాలతో కలిపి ఆ బెరడునుంచి క్వినీన్ ను వేరుచేసి చిట్టచివరకు పరిశుభ్రమైన క్వినీన్ సల్ఫేటు ఉత్పన్నం చేసేవరకు ఆవలంబించ బడే విధానం అంతా క్వినీన్ తయారీ (Manufacture of quinine) గా పేర్కొన బడుతుంది.

కొన్ని మందులు ప్రకృతిలో లభించవు. ఉదాహరణకు ఫిన్ బార్బిటోన్, సల్ఫేసిటమైడ్, మొదలగు నవి. వీనిని పూర్తిగా రసాయనిక సంయోగం వల్ల తయారు చేస్తారు. కొన్ని మందులు ప్రకృతిలో లభిస్తున్నా, ప్రకృతిలోని ఇతర మూల ద్రవ్యాలనుంచి వాటిని విడగొట్టి పరిశుభ్రపరచే కన్నా, రసాయనిక సంయోగ విధానం వలన తయారుచెయ్యడం సులభతరం, లేదా ఎక్కువ లాభదాయకం. ఇద్దివే విటమిన్ సి, విటమిన్ బి, ఇత్యాదులు. కనుక ఇవి ప్రకృతిలో ఉన్నా ఉత్పత్తిదారులు, సంయోగ విధానాల వలననే వీటిని ప్రస్తుతం తయారు చేస్తున్నారు.

మందు తయారు చెయ్యడంలో ముఖ్యంగా శాస్త్రజ్ఞులు గమనించే విషయం, అది శరీరానికి హాని చెయ్యకుండా ఉండడం. ఒక మందును కనుక్కొన్నప్పుడు వెనువెంటనే అది మానవ శరీరానికి ఏమాత్రం హాని కలిగిస్తున్నదీ పూర్తిగా పరీక్షించి, నిరపాయకరమైన వాడినే ఉపయోగిస్తారు. కాని మందుగా ఉపయోగించబడుతున్న పదార్థం నిరపాయ కరమైనదే అయినా అది తయారైనప్పుడు గాని, నిలువ చేయ బడినప్పుడు గాని దానిలో మిగిలిన లేదా ఏర్పడిన కొద్ది పాటి కల్మషాల (Impurities) వలన శరీరానికి హాని కలగవచ్చును. ఉదాహరణకి తలనొప్పికి వాడే ఎస్పిరిన్ (ఎసిటైల్

సేలి సిలిక్ ఏసిడ్) ని తీసుకొందాం. సేలిసిలిక్ ఏసిడ్, ఎసిటిక్ ఏన్ హైడ్రైడ్ ల రసాయనిక సంయోగం వలన దీనిని తయారు చేస్తారు. కాని ఈ రసాయనిక ప్రక్రియ జరిగినప్పుడు ఏకొద్దిపాటి సేలిసిలిక్ ఏసిడ్ న రసాయనిక సంయోగం చెందక మిగిలి పోవచ్చును. కనుక తయారయిన ఎసిటైల్ సేలిసిలిక్ ఏసిడ్ లో, సేలిసిలిక్ ఏసిడ్ కల్మషంగా మిగులుతుంది. ఇది శరీరానికి హానికరం. కనుక ఎసిటైల్ సేలిసిలిక్ ఏసిడ్ లో సేలిసిలిక్ ఏసిడ్ కల్మషం ఎంత ఉన్నదీ అన్నది ఎసిటైల్ సేలిసిలిక్ ఏసిడ్ కి జరుపబడే పరీక్షలలో ఒక ముఖ్య పరీక్ష. ఇలాగా ఎసిటైల్ సేలిసిలిక్ ఏసిడ్ లో వివిధ కల్మషాలకి ఎసిటైల్ సేలిసిలిక్ ఏసిడ్ శాలానికి పదమూడు, పరీక్షలు జరుపబడుతాయి. ఈ విధంగా మందులలోని కల్మషాలకు పరీక్షలు జరిపి వాటి ప్రమాణాలకి నియతమైన అవధులు (Limits) నిర్ణయిస్తారు.

మందులలో ఉపయోగపడే పదార్థాలు ఫార్మకోపియా అన్న గ్రంథంలో వివరించబడి ఉంటాయి. దీనిలో ఒక్కొక్క ఔషధ పదార్థం ఒక్కొక్క ఉల్లేఖనం (Monograph) లో వివరించబడి ఉంటుంది. పేరు, తయారు చెయ్యడానికి సూచనలు, దాని ముఖ్యభౌతిక రసాయనిక ధర్మాలు, దాని పరిశుభ్రతకు జరిపే పరీక్షలు, మాత్ర, లేదా మోతాదు (Dose) వివరించబడి ఉంటాయి. ఆ ఔషధ పదార్థం మందుగా ఉపయోగ పడాలంటే అది ఆ పరీక్షలన్నిటిలో ఉత్తీర్ణం కావాలి.

మందుల తయారీలో రెండు అంశాలుంటాయి. మందుగా ఉపయోగపడే పదార్థాన్ని తయారు చెయ్యడం మొదటి భాగం. అది పైన చర్చించబడింది. రెండవ భాగం ఆ పదార్థాన్ని మాత్ర రూపం (Dosage form) గా మార్చడం. బిళ్ళలు (Tablets), ఇంజక్షన్లు, విలేపనాలు (Ointments) మొదలైనవే మాత్ర రూపాలు. అంటే విటమిన్

బి ఇంజెక్షన్ చెయ్యడం చే ముందు విటమిన్ బి.సి రసాయనిక సంయోగం వలన తయారు చెయ్యడం ఒక భాగం; దానిని ఇంజక్షన్ గా తయారు చెయ్యడం రెండో భాగం. ఈ రెండో భాగాన్ని, సంకలనం (Formulation) అని అంటారు. మందు తయారీలోని ఈ రెండు భాగాలూ సమానమైన ప్రాముఖ్యం కలవి.

పొడిరూపంలో ఉన్న పదార్థాన్ని బిళ్లలుగా చెయ్యడానికి ముందు ఆ పొడిని కణికా (Granules) రూపంలోకి మార్చుతారు. తర్వాత దానిలో కొన్ని ఇతర పదార్థాలు కలపుతారు. ఆ పదార్థాలు బిళ్ల తయారు చెయ్యడంలో సహకరిస్తాయి. తర్వాత ఈ మిశ్రాన్ని డిబ్బెడ్ మెషిన్ లో బిళ్లలుగా చేస్తారు. ఈ బిళ్లకి భార సమైక్యం (Uniformity of weight), గట్టితనం, మందం, విశ్లేషికరణం (Disintegration) మొదలైన పరీక్షలు చేస్తారు. తయారైన బిళ్ల గట్టిగా (సరఫరాలో విరక్కుండా) ఉండాలి. నీటిలో వేసి కదిపితే కొన్ని నిమిషాలలో విశ్లేషణం చెందాలి. నియతమైన ఔషధ పదార్థాన్ని కలిగి ఉండాలి. బిళ్లలు గుండ్రంగానూ, కోరిగానూ, త్రికోణంగానూ, ఇంకా వివిధాకారాలలోనూ, ఉంటాయి. కొన్ని బిళ్లకి ఆవేష్టనం (Coating) ఉంటుంది. ఔషధ పదార్థం చాలా చేదుగా ఉంటే దానిని కప్పి వుచ్చడానికిగానూ, కొన్ని ఇతర కారణాలవల్లగానీ, బిళ్లలకు ఆవేష్టనం వెయ్యబడుతుంది. శర్కరా వేష్టనం (Sugar Coating) లో బిళ్లలపై చక్కెరలో కూడిన పదార్థాల ఆవరణం వెయ్యబడుతుంది. ఆవేష్టనంలో ఇంకో రకం ముద్రా వేష్టనం (Press Coating). దీనిలో ఒక బిళ్లపై చుట్టూ ఇంకో బిళ్ల ముద్రిత మవుతుంది.

ఇంజక్షన్లు తయారు చెయ్యడం చాలా వ్యయ ప్రయాసలతో కూడిన పని. ఇంజక్షన్లు తయారు చేసే బెటారేటరీలో పరిశుభ్రత పరాకాష్ఠ నందు

కొంటుంది. ఇంజక్షన్లు చెయ్యడంలో సూక్ష్మజీవి నిర్మూలనం (Sterilization) ముఖ్యమట్టం. శుష్కోష్ణం (Dry heat), ఆర్ద్రోష్ణం, (Moist heat). సహ సూక్ష్మజీవిమోక్షకరణం (Heating with a bactericide), కొన్ని ప్రత్యేక సాధనాల ద్వారా వడపోత, కొన్ని వాయువులు, కొన్ని కిరణాల (వీటివలన సూక్ష్మజీవులు ఇంజక్షన్లు నుండి నిర్మూలించ బడతాయి) ముఖ్యంగా ఉపకరిస్తాయి.

ఇంకా కోశాలు (Capsules), నిర్మాసాలు (Extracts), విలేపనాలు (Ointments), మధువులు (Syrups), ద్రవాలు (Solutions), పయస్యాలు (Emulsions), ఆలంబనాలు (Suspensions), మొదలైన వివిధ మాత్రారూపాలు ఉన్నాయి.

మందు తయారు చేసేటప్పుడు ఆ మందు రోగి చేత ఉపయోక్తమయే వరకు స్థిరం (Stable) గా ఉండేటట్లు చూసే బాధ్యత తయారుచేసేవారిది. అంటే ఆ మందులో ఏయే పదార్థాలు ఎంతెంత ఉంటాయని పై ఆట్ట (Container) మీద ప్రకటిస్తారో ఆయా పదార్థాలు అంతంత ప్రమాణంలో, ఆ మందు యొక్క ఆయుర్దాయ వ్యవధిలో ఉండి తీరాలి. దీనికోసమని మందు సంకలన (Formulation) దశలో దాన్ని అనేక నిశిత స్థితి పరీక్ష (Stability Study) లకు గురిచేస్తారు. ఈ స్థితి పరీక్షలకు తట్టుకొని నిలబడితే తప్ప ఆ మందును తయారు చెయ్యరు. అంటే ఒక మందు తయారు చెయ్యాలని నిర్ణయించడానికి ముందు ఆ మందుమీద ఎ.లో స్థితిపరీక్ష జరుగుతుందన్న మాట. ప్రకటించిన మందు పూర్తిగా రోగికి అంటే టట్టు చూడం కోసమే ఈ జాగ్రత్తలా పరీక్షలూ అన్నీ చెయ్య బడుతాయి.

మందులోని ఔషధ పదార్థాలు మాత్రమే కాదు, మందుయొక్క భౌతిక లక్షణాలు కూడా ముఖ్యమే.

వాతావరణంలోని ఆప్లుజని, సూర్యరశ్మి మొదలైన వాటి ప్రభావాల వలన కొన్ని మందులలో రంగు మార్పు రావచ్చును. వాటిలోని జ్వేషధ పదార్థ ప్రమాణంలో చెప్పకోడగ్గ మార్పులేక పోయినా, ఈ రంగు మార్పు ఆ మందుని ఉపయోగించే వారికి సందేహ కారకమవుతుంది. మందేదో మారిపోయిందనిపిస్తుంది. అందుచేత మందు చేసేటప్పుడు ఆ మందు యొక్క ఆకార స్థావరమం మారకుండా ఉండేటట్లు జాగ్రత్త తీసుకొంటారు.

మందుల తయారీలో అధునాతన ఆభివృద్ధి ప్రసక్తమౌచినవదాలు (Sustained Release Drugs) అనే కోవకు చెందిన మందులు, ప్రతినాలుగో ఆరో గంటలకి ఒక బిల్ల చొప్పున రోజంతా వేసుకోవాలన్నా, రోజూ కాని, రోజు విడిచి రోజు కాని, ఒక్కొక్క ఇంజెక్షన్ చొప్పున కొన్నాళ్లు వుచ్చుకోవాలన్నా అలా తీసుకోవడంలో కొంత

ఇబ్బంది ఉంది. అలాక్కాకుండా రోజంతటికీ సరిపడే ఒకే బిళ్ళ, వారం రోజులకి సరిపడే ఒకే ఇంజెక్షన్లు వాడడం సులభం కదా! ఇటీవల ఈ తీరు మందులు కొన్ని తయారవుతున్నాయి. దీనిలో మందు నుంచి జ్వేషధ పదార్థం విడుదల అయ్యే క్రమాన్ని నియతం చేస్తారు.

గతించిన ఇరవై ముప్పై సంవత్సరాలలో మందుల తయారీలో ఎన్నో మార్పులు వచ్చాయి. మందు అనగానే ఒకానొక చేదైన, దుర్గంధ భరితమైన వికృత పదార్థం అని వెనుకటి తరాల వాళ్ళ అనుభవంలో ఉండేది. ఇప్పుడు మందులు చాలా వరకూ తియ్యగా, సుగంధ యుక్తంగా, నేత్రాఘాత కరంగా ఉండడం మాత్రమే కాదు, ప్రతి మందు వెనకా ఎంతో శాస్త్రపరిశోధన నిశ్చితమై ఉంటుంది.

డా॥ కాశూరి హనుమంత రావు.

## 285. లోహ శాస్త్రము (Metallurgy)

లోహములు ప్రకృతిలో మూలకాలుగా గాని, సమ్మేళనాల రూపములో గాని లభిస్తాయి. ఈ సమ్మేళనాలను ఖనిజాలు (Minerals) అంటారు. కొన్ని ముడిఖనిజాలు (Ores) లోహాలను పారిశ్రామికంగా తయారు చేయడానికి ఉపయోగపడుతాయి. కొన్ని లోహములు వెండి బంగారము, ప్లాటినమ్ వంటివి-కొన్ని ప్రదేశాలలో మూలక స్థితిలో లభిస్తాయి. మిగిలిన లోహాలను (రాగి, ఇనుము, అల్యూమినియమ్ మొదలగువానిని) ముడిఖనిజాల, నుండి భౌతికముగా శుభ్రపరచి లోహ సంగ్రహణ చర్యల ద్వారా తయారు చేస్తారు.

రెండు లేదా ఎక్కువ సంఖ్య ఉన్న మూలకాల నుంచి ఏర్పడిన లోహద్రవ్యం ఉన్న పదార్థాన్ని

ఎలాయ్ (Alloy) లేదా మిశ్రలోహము అంటారు. ఈ మిశ్రలోహాలలో, లోహాలు మాత్రమే అనుఘటకాలు (Components) గా ఉండనవసరము లేదు. ఉదాహరణకు ఇత్తడి (కాపర్ 60-80%, జింక్ 20-40%) కంచు, (కాపర్ 75-90% టిన్ 15-10%) లోహాల నుంచి ఏర్పడిన మిశ్రమ లోహాలు, ఇనుము (లోహము) కర్పనము (అలోహము) కలియడం వల్ల ఉక్కు, మిశ్ర లోహముగా ఏర్పడుతుంది. అనేక లోహములు ఉక్కుతో కలిపి స్టీల్ మిశ్ర లోహాలను- క్రోమియం స్టీల్, మాంగనీస్ స్టీల్, నికెలు స్టీల్, మొదలగు వానిని - తయారు చేస్తారు. నికెలు (8-12%) క్రోమియం (16-18%)



ఉన్న ఉక్కును స్టెయిన్లెస్ స్టీల్ (Stainless Steel) అంటారు. ఇది గృహములలో పాత్ర సామాగ్రి గాను, గృహ పరికరాలుగాను, తయారు చేయబడుటయే కాక, పరిశ్రమలలో ఉపయోగించు రియాక్టర్స్ (Reactors) తదితర ముఖ్యమైన పరికరముల తయారీకి నేడు విరివిగా వాడబడుచున్నది.

ముడిఖనిజాల నుంచి లోహాలు తయారుచేసి వాటిని మానవాళికి ఉపయోగపడునట్లుగా చేయు శాస్త్రమును లోహ శాస్త్రము (Metallurgy) అందురు. ఒకప్పుడు ఈ శాస్త్రము కేవలము లోహ సంగ్రహణ మునకు మాత్రమే పరిమితమై ఉండెడిది. కాని మానవుని విజ్ఞానము పెరిగిన కొలది ఈ శాస్త్రము బహుళముగా మారి విస్తారమై, లోహములనుండి, మిశ్ర లోహముల నుండి వాడుకొను పరికరములు తయారుచేయు పద్ధతులను, వాటి అనుబంధ చర్యలనుకూడ, వివరించుచున్నది. లోహశాస్త్రమును రెండు రకములుగా విభజింపవచ్చును:

- (1) సంగ్రహణ లోహ శాస్త్రము (Extractive Metallurgy)
- (2) వినియోగ లోహ శాస్త్రము (Adoptive Metallurgy)

## 1. సంగ్రహణ లోహ శాస్త్రము

లోహాన్ని పారిశ్రామికంగా తయారు చేసే విధానము దాని ముడిఖనిజాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది. అదియే కాక ఒకే లోహాన్ని వేరు వేరు ముడిఖనిజాల నుంచి వేరు వేరు విధానాలలో తయారు చేయవలసి ఉంటుంది. లోహాన్ని తయారు చేసే విధానము క్రింది అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

- (1) ముడి ఖనిజము యొక్క రసాయనిక స్వభావము.
- (2) ముడిఖనిజములో లభించే ఇతర లోహ

మలినాలు.

- (3) ముడిఖనిజం యొక్క శుద్ధత్య శాతము (Percentage).
- (4) విద్యుచ్ఛక్తి మరియు యితర పారిశ్రామిక సౌకర్యాలు.

మొదట ముడి ఖనిజపు రాళ్ళను “బాల్ మిల్” (Ball Mill) లో చూర్ణము చేసి, మలిన పదార్థములను భౌతిక విధానాలలో వేరు చేస్తారు. నీటితో కడగటం, అయస్కాంతంతో వేరుచేయడం (అయస్కాంత ధర్మాలు ఉన్న ఖనిజాలను వేరు చేయటానికి మాత్రమే ఉపయోగిస్తారు.) మరియు ఫ్లోటేషన్ (Flotation) విధానము ఇట్టివే. భౌతికవిధానాలే. తదుపరి లోహ సంగ్రహణ చర్యల ద్వారా అనగా స్మెల్టింగ్ (Smelting) లోహాన్ని ద్రవరూపంలో తయారు చేసి [దీనికి ఫర్నేసులు (Furnace) ఉపయోగిస్తారు.] సాగించే విధానం ద్వారా - లోహాలు తయారు అవుతవి. అల్కామినియం తయారు చేయుటకు విద్యుద్విశ్లేషణ ఘటము (Electrolytic Cell) ను ఉపయోగిస్తారు

## (2) వినియోగ లోహ శాస్త్రము

ఈ విధముగా తయారు అయిన లోహమునకు లేక లోహ మిశ్రములను యితర వస్తువులు తయారు చేయు లేక రూపునిచ్చు శాస్త్రమును వినియోగ లోహ శాస్త్రము అందురు. దీనిని రెండు భాగములుగా విభజింపవచ్చును.

## (1) భౌతిక లోహ శాస్త్రము (Physical Metallurgy)

## (2) యాంత్రిక లోహ శాస్త్రము (Mechanical Metallurgy)

భౌతిక లోహ శాస్త్రము :

లోహముయొక్క భౌతిక నిర్మాణము, భౌతిక ధర్మములు మొదలగునవి పరిశీలించు శాస్త్రము, లోహము కాని, లోహ మిశ్రములు కాని, వాటి నుండి యితర

వస్తువులు పరికరములు, తయారుచేయుటకు తగిన సహజమైన గుణ విశేషణము (Intrinsic Characterethic) కలదియు లేనిదియు పరిశీలించుటను మెటలోగ్రాఫీ (Metallography) అందురు. ఈ పరిశీలన వలన లోహ నిర్మాణ విషయము అనగా పలుకు పరిమాణము (Grain Size), అవి వేరు పరచబడిన విధానము, వ్యాపించిన, ఏర్పడిన విధానము, ఆలోహములు, కలిసి యుండుట మొదలగునవి, మరియు లోహము యొక్క యాంత్రిక ధర్మాలు (Mechanical properties) వానిపై నీటి ప్రభావము - అనే దానిని తెలుసు కొన వచ్చును. ఈ పరిశీలనకు సూక్ష్మదర్శిని (Metallogical Microscope), మెటలోగ్రాఫ్ (Metallograph) మరియు ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మ దర్శిని (Electron Microscope) అను పరికరములను వాడుదురు.

యివియే కాక, మిశ్రమ లోహములకు సమతాస్థితి-ఉష్ణోగ్రత-గాఢత (Equilibrium, Temperature, Composition) పటములు మరియు యక్స్-రే (X-ray) పద్ధతులను కూడా, లోహ నిర్మాణ పరిశీలనలో వాడుదురు.

లోహ నిర్మాణము (Structure)ను తగు విధామముగా మార్చుటవలన లోహ యాంత్రిక ధర్మములు (Mechanical Properties) ను మార్పు పద్ధతిని "హీట్ ట్రీట్ మెంట్" (Heat Treatment) అందురు. ఈ చర్యయొక్క ముఖ్య ఉద్దేశ

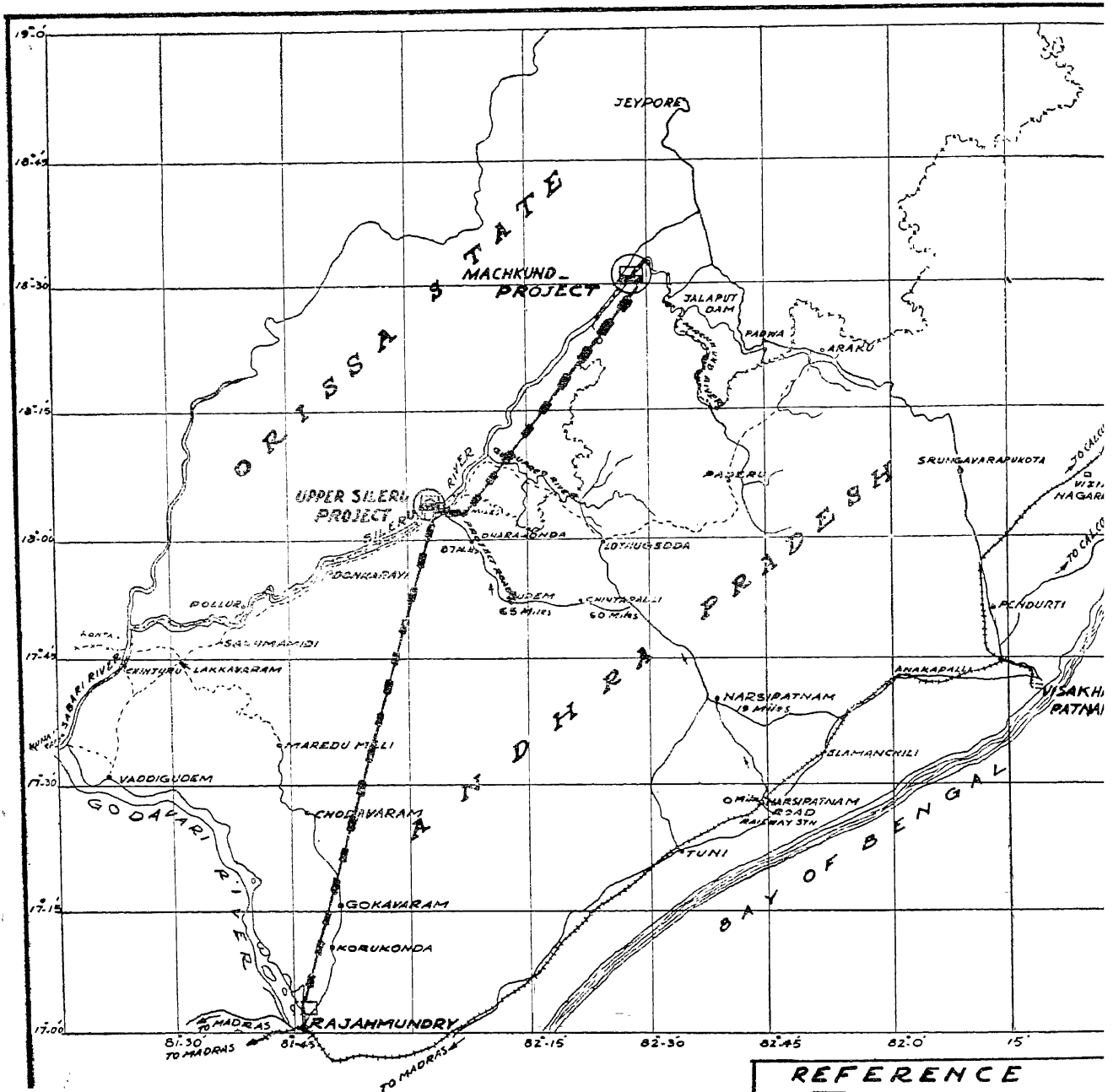
శక్తి లోహముయొక్క శక్తి (Strength)ని పెంచుట మరియు యితర వస్తువులలోనికీ మార్పు చేయుటకు తగిన పొందికతనము (Adaptability)ను మెత్తదనమును కలిగించుట. ఈ చర్యలో లోహము ఒక క్రమ పద్ధతిలో వేడి చేయబడుట, చల్లార్చబడుట జరుగుచుండును.

లోహము యొక్క యాంత్రిక ధర్మములను పరీక్షించు విధానమును మెకానికల్ టెస్టింగ్ (Mechanical Testing) అందురు. లోహము యొక్క యాంత్రిక ధర్మములు, లోహము అనేక యంత్ర శక్తుల (Mechanical Forces) కు గురి చేయ బడినప్పుడు, వాటిని ఎదిరించు శక్తిని బట్టి - నిర్ణయించ (నిరూపించ) బడుతవి. ఇవి బలము (Strength), కఠినత (Hardness), యింపాక్ట్ రెసిస్టెన్స్ (Impact Resistance), ఫటిగ్ స్ట్రెంగ్త్ (Fatigue Strength), డక్టిలిటీ (Ductility) టెన్సైల్ స్ట్రెంగ్త్ (Tensile Strength) మొదలగునవి

లోహములను కరిగించుట, మిశ్రమ లోహములను తయారు చేయుట (Alloying), పోతపోయుట (Casting), రోలింగ్ (Rolling), ఫోర్జింగ్ (Forging), డ్రాయింగ్ (Drawing) మొదలగు పద్ధతులను విపులీకరించు శాస్త్రమును యాంత్రిక లోహ శాస్త్రము (Mechanical Metallurgy) అందురు.

డా॥ యం. వెంకటేశ్వర రావు.

అ ను బ ం థ ము  
ఆంధ్రప్రదేశ్ జలవిద్యుత్ తాపవిద్యుత్ స్థావరములకు  
సంబంధించిన కొన్ని చిత్రాలు.



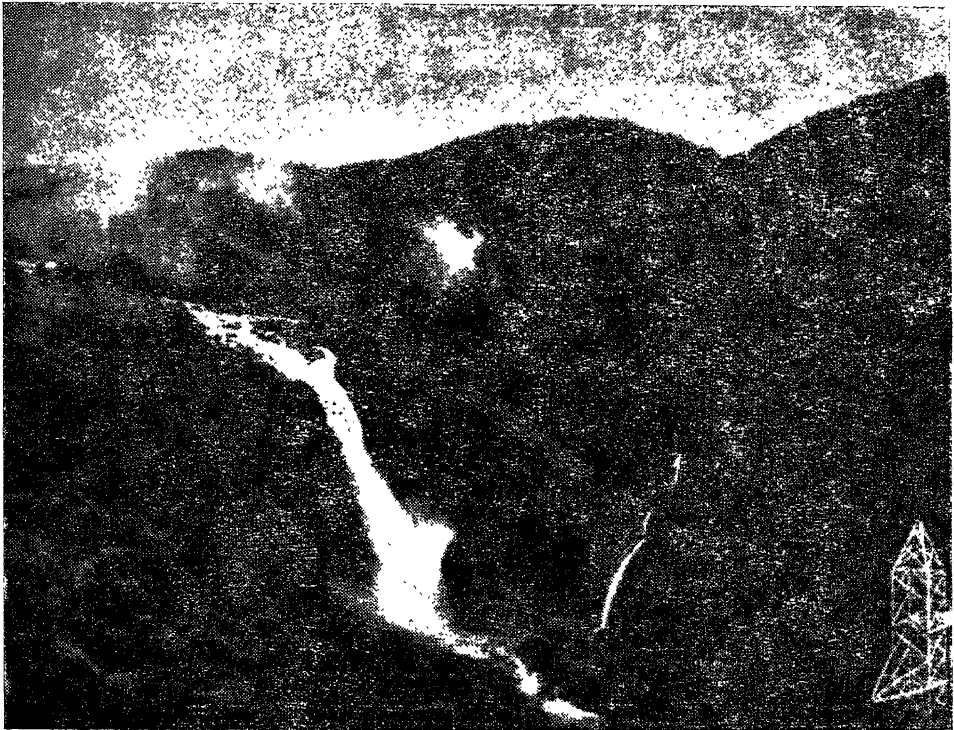
## LOCATION MAP

4. 1313 22-8-58

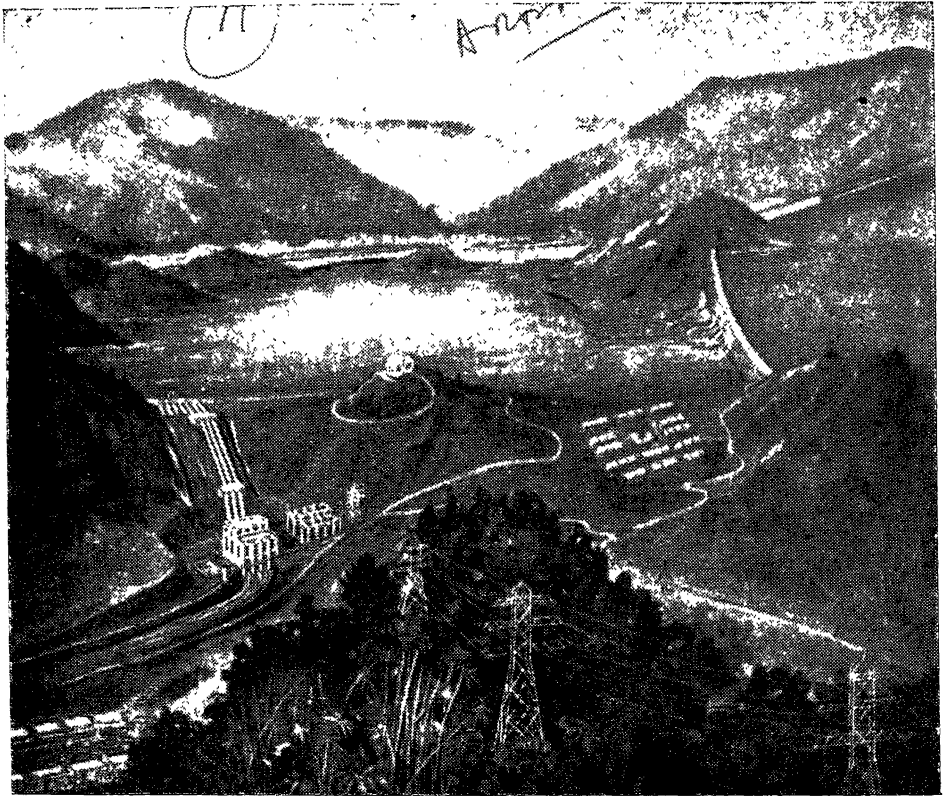
### REFERENCE

- HYDROELECTRIC STATION
- 132 K.V. LINE
- SUB-STATION
- RAILWAYS
- IMPORTANT METALLED ROAD
- OTHER ROADS OR CART TRACKS
- RIVERS
- STATE BOUNDARY
- PROPOSED UNDER SILERU SCHEME

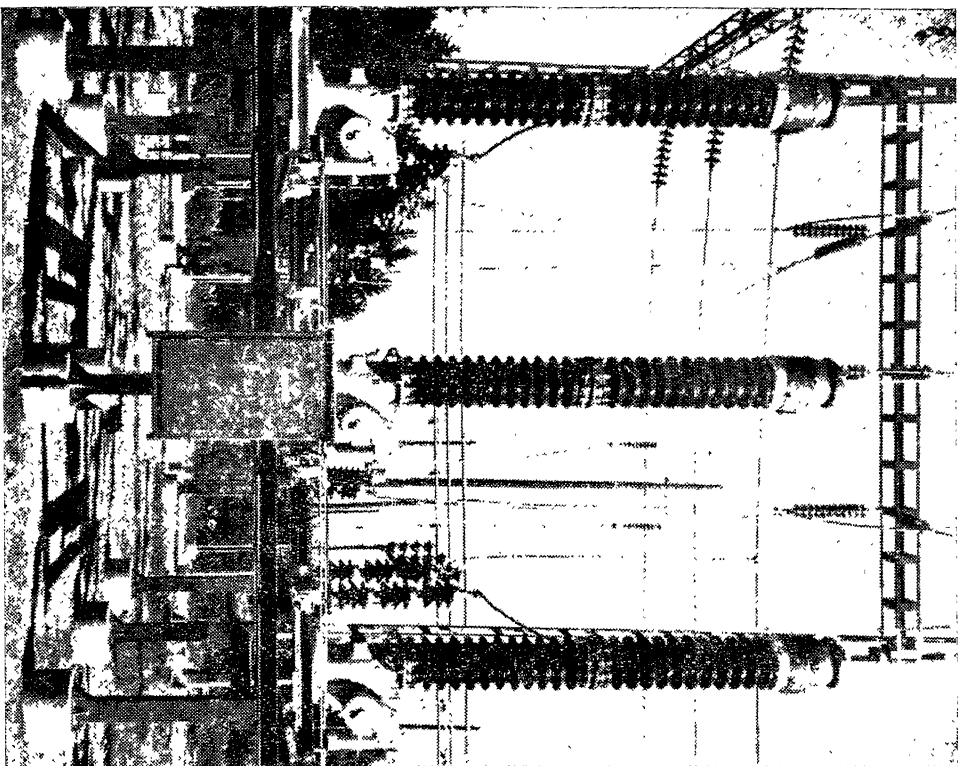
స్థల నిర్దేశక చూచిత్రము.  
ఆంధ్రప్రదేశ్ లో ఎగువ సీలేరు, మాచిఖండ ప్రాజెక్టుల ఉనికి, దీనివలన తెలియనగును.



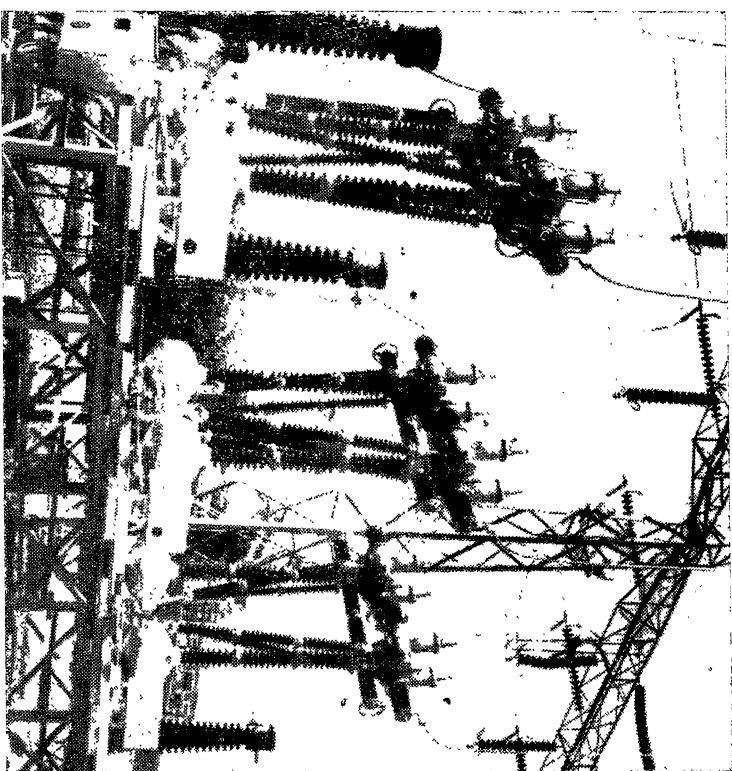
డ.డుమా జంపారమ్ మాచ్ఛిన్ నది.



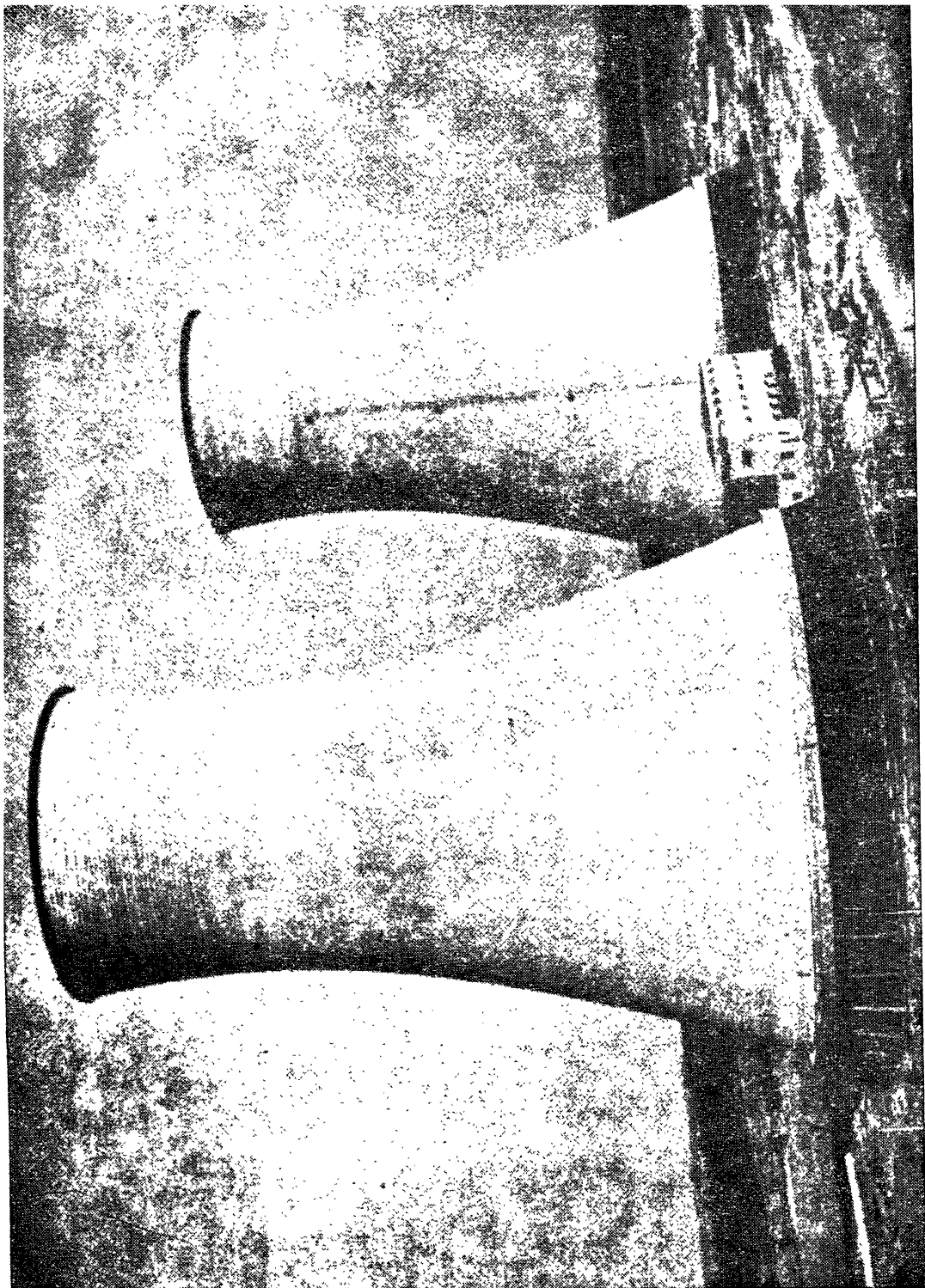
ఎగువ సీలేరు జలవిద్యుత్ స్థావరపు విహంగ దృశ్యము.



హైద్రాబాద్ డ్రయివుతో మినిమమ్ ఆయిల్ సర్క్యుల్ బ్రేకర్



220 కిలో వాట్స్ ఎ. టి. సి. టి.



తొలి పాఠశాల



# ప్రసిద్ధ పదసూచి

అ

అంకగణితము 47  
అంకురచ్ఛరము 409, 411, 412, 418, 417  
అంకురణము 386  
అంగదోపాలు 448  
అంగముల నిర్మాణము 505  
అంగారకుడు 1078  
అంగారక గ్రహం 1077, 1079, 1080  
అంగారా 852  
అంగీకార ప్రతిరూపీకరణ 118  
అంగీకార పరిశీలనా పద్ధతులు 118  
అంగుళిదర్శపు 652  
అ టియోస్మర్క్ మొక్కలు 415  
అంటార్కిటికా 843, 1001  
అంటు 443, 447  
అంటువ్యాధులు 541, 556, 588, 590, 598, 605  
844, 651, 808  
అండమాన్ నికోబార్ 825  
అండకోశము 608  
అండజననము 478  
అండవదార్థము 418  
అండము 307, 410, 412, 417, 418, 420, 461,  
482, 484, 487, 489, 472, 478, 475, 476,  
477, 478, 588, 607  
అండశుక్ర కణాలు 420  
అండాశయము 410, 416, 417, 507, 588, 599,  
605, 607, 682,  
అంబరకృషి 744  
అంతరాళము 122, 128, 124, 202, 205,  
218, 214  
అంతర్గత లక్షణము 344  
అంతర్గమన బహిర్గమన విభాగములు 1252  
అంతర్గమకలిలు 887

827

అంతర్జ్వలన యంత్రాలు 1114  
అంతర్జలాన్వేషణ 947  
అంతర్దహన యంత్రము 1180  
అంతర్జాతీయ అధికారము 15  
అంతర్జాతీయ ఆహారసంస్థ 73  
అంతర్జాతీయ ఖగోళ సంస్థ శీర్షానము 1089  
అంతర్జాతీయ భూ భౌతికశాస్త్ర సంవత్సరము 38,  
940  
అంతర్జాతీయ వాణిజ్యము 1109  
అంతర్జాతీయ వాతావరణ వ్యవస్థ 950  
అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర అన్వేషణ 970,  
976  
అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర విజ్ఞానయాత్ర  
940, 942  
అంతర్దాహక యంత్రాలు 986  
అంతర్భాగ కేంద్రము 847  
అంతరిక్ష కక్ష్య 831  
అంతరిక్ష నౌకలు 209, 680, 1257, 1259  
అంతరిక్షము 457, 1002  
అంతరిక్ష సర్వే 1088, 1088  
అంతస్థ విజ్ఞానము 721, 728  
అంతః కర్ణము 585  
అంతః కనచము 409  
అంశిక స్వేదనము 1280  
ఆకర్షణ రసాయనశాస్త్రము 1280  
ఆశ శ్రేణుకము 824, 394, 431  
అక్షరములద్వారా సంకేతము 48  
అక్షాంశ 157, 874, 1088  
అక్షాంశ ఫలితము 157  
అక్షాంశ నవరణ 919  
అక్షింశల పురుగు 758  
అక్షిచక్రము 580  
అక్షిపటలము 529  
అస్సోక్రోములు 260

అఖిలభారత భాదీ గ్రామీణ పరిశ్రమల సంస్థ 788  
 అఖిలభారత వ్యవసాయ సమాఖ్య 666  
 అగడ తంత్రము 624  
 అగస్త్యుడు 618  
 అగస్త్యుని వాస్తవశిల్పము 61  
 అగాధ దరి 940  
 అగాధ మండలమైదానము 940  
 అగ్ని తగులు 756  
 అగ్నిగుండాలు 882  
 అగ్నిపర్వతము 884, 886, 887, 872, 901, 909  
 అగ్నిపర్వత శిలలు 851  
 అగ్నిమండలము 762  
 అగ్నిమయ శిలలు 887  
 అగ్నిమయ మరియు అవక్షేపశిలల సంఘటనము 885  
 అగ్నిమాపక పరికరాలు 1092  
 అగ్ని వేళుడు 612  
 అగ్నిశిలలు 879, 880  
 అగ్నిశయము 508  
 అగ్రిస్ ల్యూరల్ రిఫైనాన్స్ కార్పొరేషన్ 788  
 అఘాత పర్వతీయం 228, 229  
 అచ్చులతో సాగదీయ పద్ధతి 1144  
 అజ్ఞాత సంఖ్యలు 48  
 అశ-క్ 812  
 అట్లాంటిక్ మహాసముద్రము 888, 975  
 అడ్డపు కంపనాలు 1116  
 అడవుల రకాలు 824  
 అడవులు 422, 451, 452, 455, 456, 815, 824, 978  
 ఆడినోసన్ ట్రైఫ్లోరోమైడ్ 280, 399  
 ఆడెనాయిడ్స్ 532  
 ఆడోరేషన్ ఆఫ్ మాగ్నీ 60  
 ఆడోన డాల్ఫిన్ 1028  
 ఆక్రెలిన్ 259  
 ఆక్రెనోజె నైట్రల్ సిండ్రోమ్ 448  
 అణుగడియారం 177  
 అణుపుంజము 27  
 అణుపుంజీకరణము 26  
 అణు పుంజోత్పత్తి 310

అణుభారము 254, 272, 1277, 1278  
 అణు మండలాయుధాలు 986  
 అణుయుగము 27  
 అణు రియాక్టర్ 11-8  
 అణు విచ్ఛిత్తిని 1155  
 అణువిచ్ఛేదనము 1120, 1128  
 అణువిద్యుత్ కేంద్రములు 1120, 1128, 1149, 1200  
 అణు విభజన 80  
 అణువిచ్ఛేదన 80  
 అణువు 88, 125, 185, 157, 175, 177, 188, 184, 202, 228, 225, 227, 252, 268, 270, 272, 280, 285, 287, 328, 328, 353, 355, 357, 360, 36, 368, 489, 495, 562, 1001, 1026, 1059, 1173, 1187, 1193  
 అణుశక్తి 24, 34, 859, 993  
 అణు శక్తి ఖనిజాలు 858, 859  
 అణుశక్తి నిక్షేపాలు 891  
 అణుసంయోగము 1120, 1128  
 అణుసాదృశ్యము 327  
 అణుస్థాయి 22  
 అద్వైత ప్రపంచోదన 494  
 అద్వైతస్థాయి 450, 858  
 అద్వైతయుధము 158  
 అతర తరుగ దైర్ఘ్యము 182  
 అతిగళ గ్రంథిత 667  
 అతిద్రవములు 218, 308  
 అతిద్రవని తరంగాలు 808  
 అతి నీలలోహిత కాంతి 257, 258  
 అతి నీలలోహిత కాంతికిరణము 188  
 అతి నీలలోహిత కిరణము 509, 1222  
 అతినీలలోహిత తరంగాలు 179  
 అతినీలలోహితము 188, 178, 300, 302  
 అతినీలలోహిత వికిరణము 311, 492, 300, 1000, 1088  
 అతి నీలలోహిత మాన్యదర్శిని 302  
 అతి పరావలయ బ్యామిని 65  
 అతిస్థిరత 667

ఆతిలిందువులు 68  
 ఆతిమూత్రము 449, 507, 535, 658  
 ఆతి లఘుగళ గ్రంథిక 657  
 ఆతిహానకములు 200, 208  
 ఆతిహానకత్వము 200, 204, 205  
 ఆతి విషమత 588  
 ఆతివృష్టి 781  
 ఆతివేగకణాలు 162  
 ఆతి స్వనక (ultra-sonic) ప్రతిధ్వని పరీక్ష 565  
 ఆతిసారము 542  
 ఆతిసూక్ష్మజీవి 674  
 ఆతిసూలత 549, 618  
 ఆతిసూలత నిరోధము 619  
 ఆతింద్రియ జ్ఞానపరిశోధన 41  
 అమకువద్దతి 1145  
 అద్దకం 233, 265  
 అద్దకపురంగులు 245  
 అద్యుతి 182  
 అధశ్చలనం 1090  
 అధిక ఉత్పత్తి 38  
 అధికదిగుబడి వంగడములు 784, 788, 742  
 అధికదిగుబడి విత్తనములు 768  
 అధిక పాలిదిగుబడి 778  
 అధిక పానాపునయ విద్యుదయస్కాంత రేఖా  
 చిత్రణము 923, 927  
 అధికాహారోత్పత్తి కార్యక్రమము 736  
 అధికోష్ణ కర్పనీ కరణము 246  
 అధిపురుషులు 481, 482  
 అధివృక్కగ్రంథులు 519, 520  
 అధికారీరక వివృద్ధి 574  
 అధి స్త్రీలు 481, 482  
 అధోబృహత్సార 510, 519, 520, 525  
 అనంతపురం 828, 832, 838, 858  
 అనంతవిశ్వము 1078  
 అనంత స్ఫూర్తిక 74  
 అనకట్ట 24  
 అనన్యమాందరీ 812

అనాటమీ 18, 627  
 అనావృష్టి 780, 781, 781  
 అన్నాశయము 727  
 అనిశ్చితత్వ సిద్ధాంతము 188  
 అనిశ్చలత (కండరములు) 18  
 అనిమేక జననము 416, 417, 418  
 అనిమేక ఫలోత్పత్తి 881, 882  
 అమకంపనాదులు 587  
 అమకంచ నిరోధకములు 597  
 అనుక్రమ పత్ర వార్ధక్యము 408  
 అనుక్రమ వార్ధక్యము 405  
 అనుక్రమ స్పిచ్ 218  
 అనుక్రియ 218, 419  
 అనుకూలనము 814, 816  
 అనుఘటకాలు 218, 220, 281  
 అనుదైర్వ్య తరంగములు 904  
 అనుదైర్వ్యము 855  
 అనుపాశము 62  
 అనోఫిలిస్ దోమ 828  
 అనుబంధ గ్రంథులు 726  
 అనుబంధ సంబంధ ఆకారకాస్త్రము 721  
 అనుబంధికములు 651  
 అనులేఖనము 848  
 అనువంశికం 447, 482, 499, 582  
 అనువంశిక లక్షణాలు 285, 460, 484  
 అనువంశిక సూత్రాలు 497, 499  
 అనువర్తక సంవత్సర 528  
 అనువర్తనములు 1255  
 అనువర్తిత గణితకాస్త్రము 47  
 అనువర్తిత భూస్వరూపకాస్త్రము 820  
 అనువర్తిత వాతావరణ కాస్త్రము 953  
 అనువర్తిత శీతోష్ణస్థితి కాస్త్రం 948, 954  
 అనుసరణ 47  
 అనుసంజీయ 48  
 అన్నకోశము 502  
 అన్నవాహిక 508, 509, 510, 520, 521,  
 530, 727

అవ్యవస్థ చర్యలు 114, 115, 125, 162, 166,  
1-8, 201

అన్యేషక భూ భౌతిక కాన్త్రం 917

అన్యేషక భూ భౌతిక కేంద్రము 888

అన్యేషకా పరిశోధన సంస్థలు 889

అన్యేషకా భూ భౌతిక కాన్త్రం 886, 889

అనకేంద్ర బలాలు 12

అనచాలకము 899

అనరామితీయ పరీక్ష 108

అపరిమిత అర్థవాహకములు 202

అపరిపాక పరిణామం 825

అపవృద్ధి 568, 572, 637

అపస్మారకము 552

అపెడిక్స్ 521

అపోలో 54

అపోలో - 8 1001, 1002

అపోలో - 11 1009

అపోలో - 12 1010, 1154

అపోలో - 14 1010

అపోలో - 15 1008

అప్రత్యక్ష విభజన 478

అప్లెసిస్టాన్ 825

అఫిడ్లు 871, 874

అబ్ సెనిక్ అమ్ము 888

అగ్రహమ్ వాల్ట్ 107

అగ్రకము 887, 889, 858, 859, 889, 921

అభికేంద్ర బలము 127

అభికేంద్రము 127

అభిసూత ప్రక్రియ 162

అభిసూత మూత్రాలు 12

అభిచర్య 284

అభివ్యక్త కాంతిపరిమాణము 1086

అభ్యసన సామర్థ్యము 894, 898

అగ్రకము 887, 889, 858, 859, 889, 921

అమరినాథ్ 28

అమ వాన్ 1007

అమినోయానిడ్ 614, 671 (చూ. అమినో అమ్ము)

అమీకా 852, 897, 898, 548

అమీనియానిడ్ 624

అమూర్తగణితము 99

అమూల్య లోహాలు 832

అమెజాన్ 795

అమెజాన్ జేఎస్ 421

అమెనో అమ్ము 442, 614 (చూ. అమినోయానిడ్)

అమెరికా 116, 206, 229, 250, 421 694,

789, 775, 802 840 841, 843, 875 951,

954, 977, 982, 1010, 1020, 1026 1085,

1088, 1080, 1061, 1084, 1071, 1080,

1094, 1187, 1157, 1161, 1258, 1-82

అమెరికా సంయుక్తరాష్ట్రాలు 825, 1256

అమ్మోనియా 24, 177, 184, 193, 197 226,

289, 241, 241, 309 310, 390, 391, 459,

514, 1021, 1022 1028, 1238

అమ్మోనియా అణువు 176

అమ్మోనియా క్లోరైడు 245, 1267

అమ్మోనియా తయారుచేయు విధానము 1268,

1267

అమ్మోనియం నై ట్ 239, 1-87

అమ్మోనియం ఫాస్ఫేటు 245, 1268

అమ్మోనియం ఫాస్ఫేట్ సల్ఫేటు 1269

అమ్మోనియా మేజర్ 176, 1 7, 164

అమ్మోనియా లవణాలు 240

అయత్నకృత ఉత్పత్తి వర్తనాలు 488

అయనకాంతి ప్రసారము 29

అయన శేఖ 962

అయనీకరణము 156, 157, 158, 1001, 1221

అయనులు 1184, 1185

అయనోస్పియర్ 900

అయస్కాంత అసంగతులు 947

అయస్కాంతకవ్య కాంతిసంఖ్య 181

అయస్కాంత శేపు 1252, 1258

అయస్కాంత తన్యము 182, 195, 848, 1001

అయస్కాంత తుపానులు 900

అయస్కాంత ధర్మాలు 947

అయస్కాంత ధృవములు 1191, 1192

అయస్కాంత ధాతువు 916

అయస్కాంత నిరూపకములు 897

అయస్కాంత పటములు 888  
 అయస్కాంత పద్ధతి 874  
 అయస్కాంత క్రమణి క్యాంటింగ్ 181  
 అయస్కాంత శాస్త్రము 180  
 అయస్కాంత మధ్యరేఖ 897  
 అయస్కాంతము 199, 897, 904, 1014, 1183, 1185, 1186, 1208  
 అయస్కాంత మూలకములు 888  
 అయస్కాంత మెరిడియన్ 897, 898  
 అయస్కాంత యవనిక 199  
 అయస్కాంత రేఖలు 180  
 అయస్కాంత లిఖిత గ్రాహక యంత్రములు 1252  
 అయస్కాంత శక్తి 874  
 అయస్కాంత కాంత్రం 888  
 అయస్కాంత స పూర్ణ కోడియ ద్రవ్యవేగ క్వాంటం సంఖ్య 182  
 అయస్కాంత సర్వేక్షణలు 91, 914, 915, 916  
 అయస్కాంత తేజ్రము 181, 182, 159, 174, 181, 182, 190, 199, 208, 204, 849, 897, 901, 914, 917, 924, 947, 1001, 1057, 1065, 1070, 1154, 1185, 1186, 1188, 1189, 1190, 1194, 1195, 1197, 1206, 1207, 1248, 1244  
 అయస్కాంత తేజ్రరేఖలు 1188  
 అయాన్ పదార్థాలు 227, 229  
 అయానిక్ బంధం 205, 224  
 అయానిక్ సంయోగ పదార్థాలు 224  
 అయానిక్ సమయోజనీయ - సంయోగపదార్థాల అణువుల నిర్మాణము 225  
 అయానులు 181, 227, 229, 808, 1222, 1244  
 అయిలర్ 12  
 అయోడిన్ 220, 279, 288, 494, 616, 617, 878, 1276, 1277  
 అయోడిన్ విలువ 1278  
 అయోడిన్ సంఖ్య 272  
 అయోర్బిట్ 640  
 అరబిక్ 8

అరబ్బులు 717, 1088  
 అస్టెటిక్ 9, 27, 68, 468, 717  
 అసిస్టెంట్ 9, 1012  
 అరుణ కృతి 885, 414  
 అరుణ విస్తాపనము 1055, 1056  
 అరుణాచల ప్రదేశ్ 825  
 ఆరేబియా 1 612  
 ఆరేబియా సముద్రము 825, 860, 867, 890, 942, 950, 968  
 ఆర్కాన్ 452  
 ఆర్కిరచాలు 66  
 ఆర్థలాటిక్ చతురస్రములు 115  
 ఆర్థవాహకము 201, 202, 208, 1280, 1283  
 ఆర్థవాహక త్వరము 202  
 ఆర్థవాహక సాంకేతిక కాంత్రము 1251  
 ఆర్థవాహకాలము 186  
 అర్బును ఇంజనీరింగు 1085  
 ఆస్ట్రేలియన్ 18  
 ఆలంకరణ పదార్థాలు 24  
 ఆలంపురం 828  
 ఆలలు 973, 591  
 ఆలహాబాదు 738, 802  
 ఆలందము 725  
 ఆలీనక 470  
 ఆలీనకా సూత్రము 467  
 ఆలెగ్జాండర్ గ్రాహమ్ బెల్ 1281  
 ఆలెగ్జాండర్ ఫ్లెమింగ్ 631  
 ఆలైంగికము 332  
 ఆలోచనములు 220, 227, 882, 1290  
 ఆల్ఫు ఉష్ణోగ్రతా శాతక కాంత్రము 97, 199  
 ఆల్ఫు ఉష్ణోగ్రతా సాధన 197  
 ఆల్ఫోల్స్ కర్పనీకరణము 296  
 ఆల్ఫుమిన్ 551  
 ఆల్ఫామినియం 169, 208, 228, 231, 232, 234, 808, 881, 858, 859, 865, 889, 921, 1120, 1203, 1228, 1226, 1256, 1286  
 ఆల్ఫామినియం సిలికేట్ 252  
 ఆల్ఫామినియం హైడ్రాక్సైడ్ 289

అవకలన గణితము 46, 49  
 అవకలన జ్యామితి 52  
 అవతేవ శిలలు 854  
 అవపాతాలు 820  
 అవయవకణముల మార్పు సిద్ధాంతము 718  
 అవయవ నిర్మాణము 470  
 అవయవ మండల ఆకారశాస్త్రము 721  
 అవయవ మార్పిడి 589  
 అవయవాలకు చెబ్బలు 508  
 అవయవాలు 510  
 అవయవాలు అతికించడం 812  
 అవయవస్థాయి 923  
 అవతేవములు 888, 909, 910  
 అవతేవ శిలలు 888, 889, 848, 844, 879,  
 882, 888  
 అవతేపాలు 858, 887, 889, 985, 941  
 అవాంతరము 847  
 అవాయు జీవులు 437  
 అవిచ్ఛిన్నతా స్వీకృతాలు 64  
 అవిచ్ఛిన్న రాడర్ 206, 207  
 అవిశేషమానె 285, 670  
 అవిసెన్నా 812, 841  
 అవేడణలు 886  
 ఆశోకుడు 812  
 ఆశ్వవిశిష్ట 715, 719, 720  
 ఆశ్వముల వ్యాధులు 720  
 ఆశ్వశక్తి 1212  
 ఆశ్వశాస్త్రము 720  
 ఆపీమ్ 812  
 ఆధిక నిబంధన 224  
 ఆష్టకోడరూపము 81  
 అసంగతిక 588  
 అసంతృప్తత 272  
 అసంతృప్త ఫాటీ అమ్లములు 1277  
 అసంపుష్టి 777  
 అసంపుష్టి నివారణ మార్గాలు 779  
 అపమాన సంభావ్యతలు 111

అసెంబ్లీ లైను 1187  
 అస్థికండరాలు 899, 724  
 అస్థికవచ తంతుపేళిక 579  
 అస్థికుహరములు 585  
 అస్థిగ్రంథిలత 578  
 అస్థి జాలకత 574  
 అస్థివజరము 509, 529, 610, 655, 722, 724,  
 841, 842  
 అస్థిభగములు 574, 575, 577  
 అస్థిబంధకము 724  
 అస్థి, మజ్జా అవశోషణ 578  
 అస్థివక్రత 574  
 అస్థివిజ్ఞానము 721, 722  
 అస్థిసంధి విజ్ఞానము 721  
 అస్థిశోఫ 578  
 అస్పష్ట మూర్తులు 1047  
 అస్పిరెక్ 17  
 అస్పష్టత 447  
 అస్సాము 250, 421, 451, 281, 774, 784,  
 825, 828, 852, 858, 920, 984  
 అహ్మదాబాద్ 808, 804, 1258  
 అక్షరములవ్యారా సంకేతము 48

అ

ఆంగ్లోస్ట్రామ్ ప్రమాణము 188  
 ఆంగ్లోస్ట్రామ్ యూనిట్లు 185  
 ఆంటి బయాటిక్స్ 21, 22, 25, 552, 558, 652  
 ఆంటి సెప్టికు 20  
 ఆంఘెనా 183, 1285, 1286  
 ఆండర్సన్ 24, 158, 172  
 ఆండ్రొమెడా 171  
 ఆంత్రిక్ హోస్ తెగులు 448  
 ఆంశ్రమున పాశీషడనము 595  
 ఆంశ్రములము 507, 519, 522  
 ఆంశ్రవ్యాధి 587

అంధ్రప్రదేశ్ 245, 587, 571, 594, 604, 668,  
684, 685, 686 701, 789, 740, 771, 789,  
806, 821, 828, 824, 825, 880, 853, 854,  
858, 860, 865, 880, 887, 1082, 1098,  
1105, 1177, 1207, 1258, 1291, 1292  
అంధ్రప్రదేశ్ నిర్మితి 855  
అంధ్రప్రదేశ్ భూజలాల పటము 881  
అంధ్రప్రదేశ్ భూజలాల పరిస్థితి 878  
అంధ్రప్రదేశ్ భూజలాల సేకరణ 882  
అంధ్రప్రదేశ్-భూవిజ్ఞానము ఖనిజ సంపద 880  
అంధ్రప్రదేశ్లో భూభౌతికశాస్త్ర అధ్యయనము 888  
అంధ్రప్రదేశ్ వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయము 760,  
771, 888  
అంధ్రప్రదేశ్ స్వరూపము 858  
అంపియర్ 15, 138, 1194, 1208  
అంపు 1208  
అంశిః స్వేదన 219, 250, 251  
అకర్షక బలములు 125, 147  
అకర్షణ శక్తి 5, 1042, 1184  
అకలిశకు డచెయు మందులు 618  
అకాశములోని వస్తువులు 23  
అకాశ విజ్ఞానాలు 1 6  
అకు ఎండ తెలులు 756  
అకు పగులు 756  
అకు మచ్చలు 446  
అకు ముట్టెపురుగు 755  
అకు ముడుతలు 447, 753, 755  
అకులు 376, 376, 882, 882, 886, 858, 414,  
440, 442 452  
అకోశము 899  
అక్యుయారిస్ 719  
అక్టేన్ సంఖ్య 252  
అక్విఫర్లు 1 98  
అక్స్ ఫర్డ్ 102  
అక్సిజన్ 15, 24, 189, 197, 198, 218 220,  
221, 228, 237 268, 270, 282, 288, 294,  
308, 309, 322 343, 352, 353, 359, 363,  
373, 614 628, 665, 885  
అక్సిడెషన్ 294

అక్సిన్లు 800, 881, 407, 408, 418, 415, 748  
అక్సికరణము 261, 264, 272, 282, 287, 288,  
290, 324, 357, 358, 359, 360, 361, 363,  
487, 873, 875, 877  
అక్సైడ్ ఖనికాలు 228  
అక్సోక్రోములు 259  
అగ్రా 801, 1118  
అటంకాలు 23, 998  
అటలమ్ము 541, 542  
అటోగ్రాఫ్ 591  
అటోజోములు 889, 345, 478, 479, 491, 482,  
488  
అటోమైజేట్ 1188, 1185  
అటోమైజేట్ ఇంజనీరింగు 1188  
అడమ్స్ 1028  
అశ్వఫలదీకరణము 469, 470  
అశ్రేయము 612  
అదర్శ ప్రక్రియ 4  
అదర్శాత్మక స్థిరరాశి 101  
అదాయ విభజన 7-8  
అదాయాభివృద్ధి 788  
అదిమానవుడు 714  
అదిలాబాద్ 822, 823, 880, 882  
అధునిక గణితము 98  
అధునిక భౌతికశాస్త్రము 124  
అధునిక వ్యవసాయ పద్ధతులు 787, 787  
అధునిక వైద్యము 610  
అనకట్టల నిర్మాణము 1083  
అనకట్టలు 1105, 1112, 1159  
అనుక్రామిక సంభావ్యతా నిష్పత్తి పరీక్ష 107  
అనుడు తీగలు 1216, 1217  
అనువంశికము 341, 348, 355, 461, 465, 466,  
470, 471, 472 495  
అనువంశిక యాంత్రికము 348  
అనువంశిక లక్షణాలు 461, 497  
అనువంశిక సమాచారము 824, 346, 355  
అనువంశిక నిర్దాహము 464  
అనెస్, కామర్లింగ్ 197  
అనోఫిలిస్ దోమ 646

అప్టికల్ గాస్ 292  
 అప్టికల్ విండో 1058  
 అప్టికల్ 717  
 అఫెడ్ ఫేడింగ్ వర్గం 378  
 అప్రికా 200, 421, 812, 848, 975, 977, 1082, 1287  
 అవ్ నై ఎస్ 388  
 అమీనవర్మము 827  
 అబోటు 881, 882, 888, 771, 778  
 అర్బిస్ ఆప్లుము 414, 748  
 ఆభాసశలము 87  
 ఆమర్మము 728  
 ఆముదము 754  
 ఆమోదము 3, 4  
 ఆమ్మీటరు 1197  
 ఆప్లుగుణము 285  
 ఆప్లుచర్య 287  
 ఆప్లుని 157, 665, 742, 1019, 1158, 1285, 1286, 1288 (చూ. ఆప్లుజన్)  
 ఆప్లునికరణము 808 (చూ. ఆప్లుజేషన్)  
 ఆప్లు నిరోధక ఔషధాలు 595  
 ఆప్లు పరిమాణము 742  
 ఆప్లు సమ్మేళనాలు 249  
 ఆప్లుము 248, 297, 598, 594, 602, 1275, 1276  
 ఆప్లుధిగర్వ 394  
 ఆయింట్ 51, 55, 57  
 ఆయిల్ సర్క్యూట్ ప్రేరకు 1205  
 ఆయుధములు 8  
 ఆయుర్వేదము 610, 612, 718  
 ఆ. ఎ. ఎ. 280, 284, 285, 291, 395  
 ఆరాక్నాయిడ్ మీటర్ 648  
 ఆరావళి పర్వతములు 827, 851  
 ఆరిస్టాటిల్ 840, 980  
 ఆరోగ్యము 777  
 ఆర్మి-మెక్యూరల్ పూర్తి ఆఫ్ ఎ సిటీ 59  
 ఆర్మి-మెడిన్ 9, 12, 46, 50  
 ఆర్మియన్ మహాయుగం 850, 851  
 ఆర్మియన్ (80) లు 880, 850, 854, 880  
 ఆర్మియల్ 827  
 ఆర్గన్ 15, 224, 808, 845, 1019, 1079

ఆర్గానిక్ కేటలిస్ట్ 19  
 ఆర్గానిక్ పదార్థాలు 17  
 ఆర్జెంటినా 294  
 ఆర్బిలు 18  
 ఆర్జివిస్, జియోవని 841  
 ఆర్థిక భూగోళశాస్త్రము 797, 798, 800  
 ఆర్థిక రంగాలు 858  
 ఆర్థిక శాస్త్రము 811  
 ఆర్థికాభివృద్ధి 785, 800  
 ఆర్థిక 438, 955  
 ఆర్థికాంశము 429  
 ఆర్థికప్రాంతములు 955  
 ఆర్థికహరణము 448  
 ఆర్బిటర్ 1018  
 ఆర్బిటర్ 222, 223, 225  
 ఆర్థిక 1258  
 ఆర్బులు 719  
 ఆర్బి 158  
 ఆర్బెనిక్ 154  
 ఆలోచనా సామర్థ్యము 393  
 ఆలోమెట్రిక్ జనాభాలు 320  
 ఆల్కహాలు 289, 294  
 ఆల్కలీకరణము 252  
 ఆల్కే 619  
 ఆల్బాకణము 158, 1175  
 ఆల్బాకరణములు 152  
 ఆల్బినిజమ్ 655  
 ఆల్బుమిన్ 552  
 ఆల్బూరా 828  
 ఆవరణ వ్యవస్థలు 421  
 ఆవరణ సంస్థలు 990  
 ఆవర్తన కాలము 191, 192  
 ఆవర్తన పరికరము 193  
 ఆవశ్యకతా చిత్రము 1224  
 ఆవిరి 1125, 1127, 1180, 1158, 1185, 1187, 1188, 1189, 1170, 1171, 1178  
 ఆవిరి యంత్రము 1155  
 ఆవిరి శక్తి కేంద్రము 1121  
 ఆవిష్కార సాధనాలు 2



అను అరల పొట్ట 728  
 అన్యత వీఁము 318, 382, 410, 411, 416  
 ఆచేకాలు 15  
 ఆసక్తి 233  
 ఆసియా 296, 795, 808, 951, 982, 975, 977  
 ఆసిలేటరు 182  
 ఆసుపత్రులు 610  
 ఆస్ట్రోయా 156 950  
 ఆస్ట్రోలియా 825, 843, 942, 951, 977, 1060, 1064  
 ఆస్ట్రెస్టాన్ 883, 871  
 ఆహార ధాన్యాలు 786, 787  
 ఆహార నాళము 638, 727  
 ఆహార పదార్థము 272, 294, 295, 405  
 ఆహారపు కొరత 613  
 ఆహారము 270, 288, 293, 295, 317, 319, 388, 392, 499, 777, 778, 780, 781  
 ఆహార రంగము 301  
 ఆహార లోపము 300  
 ఆహార సేకరణ 438, 434, 794  
 ఆహారేతర పంటలు 737  
 ఆహారోత్పత్తి 800, 782, 788, 792

ఇ

ఇంగ్లండు 156, 289, 564, 589, 610, 800, 1060, 1064, 1157  
 ఇంజక్షను 1287, 1288  
 ఇంజన్ 1134, 1185, 1186  
 ఇంజన్ హార్స్ పవర్ 1134  
 ఇంజనీరింగ్ 120, 125, 628, 821, 860, 1081  
 ఇంజనీరింగు జియాలజీ 863  
 ఇంజనీరింగు పరిశ్రమ 1133  
 ఇంజనీర్లు 301  
 ఇజ్రాయీల్ 610  
 ఇంటగ్రేటెడ్ చిప్స్ 21  
 ఇంటర్నేషనల్ ఇండియన్ టవన్ ఎక్స్‌పెడిషన్ 37

ఇంటర్నేషనల్ ఇయర్ ఆఫ్ 97  
 డిస్కయిట్ సెక్స్  
 ఇంటర్ స్టాట్ కార్యక్రమాలు 1259  
 ఇండియా 456, 843, 844, 871  
 ఇండియా మాన చిత్రం 818  
 ఇండో చైనా 774  
 ఇండోసిషియా 250  
 ఇండోల్ అనిటక్ ఆముము 414, 416  
 ఇండోల్ యాగికాలు 380  
 ఇండ్రియములు 681, 683  
 ఇంధన దహనవాయువు 1178  
 ఇంధనపు మూసె 1286  
 ఇంధనపు పొదుపు 1182  
 ఇంధనాలు 251, 252, 287, 1113, 1114, 1120, 1123, 1126, 1127, 1129, 1133, 1152, 1156, 1157, 1165, 1178, 1180, 1181, 1225, 1226, 1227  
 ఇంధన వ్యవస్థ 1166  
 ఇంపీరియల్ కౌన్సిల్ ఆఫ్ అగ్రికల్చర్ రీసర్చ్ 785  
 ఇటలీ 497, 681, 1052, 1090, 1125  
 ఇటుక 232, 1270, 1271, 1278  
 ఇటుకల తయారీ 233  
 ఇడియోగ్రామ్ 37  
 ఇత్తడి 24, 281  
 ఇనుప ఖనిజము 831, 848, 859  
 ఇనుప యుగము 228  
 ఇనుప లోహము 797  
 ఇనుము 218, 221, 228, 239, 279, 288, 300, 544, 555, 557, 559, 602, 616, 617, 742, 824, 871, 899, 908, 916, 920, 921, 938, 939, 1013, 1027, 1050, 1096, 1185, 1188, 1265, 1288  
 ఇన్సులిన్ 296, 299, 461, 547, 548  
 ఇన్‌ఫుఎంజా 275  
 ఇన్‌వెస్టిగేటర్ 669  
 ఇన్‌వెక్టివైడ్స్ 301  
 ఇపకాక్ 26  
 ఇపోప్రకాసు 720

ఇమేజి ఆర్కికాన్ 1288, 1240

ఇరాక్ 1118

ఇరాస్టానిస్ 9

ఇలియక్ నాడులు 591

ఇల్లెందు 881

ఇవనోస్కీ 20

ఈ

ఈకోలి 552

ఈజిప్టు 81, 610, 715, 717, 719, 840, 1082, 1270

ఈజిప్టు-జ్యామితి 44

ఈజెటు-అయుధములు 7

ఈథర్ 15, 84, 143, 144, 146, 147, 611

ఈథర్ డ్రైఫ్ట్ 143, 144

ఈథర్ ప్రవాహము 143, 144

ఈలియమ్ 723

ఈశాన్య ఋతుపవన కాలము 982

ఈశాన్య ఋతుపవనము 982, 983, 989

ఈస్క లేమియస్ 610

ఈస్ట్ 293, 294, 295, 296, 345

ఈస్ట్ ఇ డీస్ 421

ఈస్ట్ జెన్యు 607, 608, 682

ఉ

ఉక్కు 228, 229, 656, 1093, 1118, 1125, 1128, 1146, 1216, 1228, 1288, 1289

ఉక్కు కట్టడములు 1098

ఉక్కు కర్మాగారాలు 1098

ఉచ్చ విగింపు 598

ఉచ్ఛ్వాసము 512

ఉజ్జయిని 1092

ఉత్తర ధ్రువము 893, 894, 1005

ఉత్తర ప్రాంతము 825

ఉత్తర పర్వత ప్రాంతము 853

ఉత్తర ప్రదేశ్ 243, 245, 451, 825, 858, 1108

ఉత్తం హిందూస్థానము 1104

ఉత్తరార్ధ గోళము 958, 982, 975, 1003, 1005, 1052

ఉత్తేజిత ఉద్గాము 176

ఉత్పతనము 886

ఉత్పత్తి 787

ఉత్పత్తిదారు 119

ఉత్పత్తిదారుల సంఘములు 767

ఉత్పత్తిశాఖ 119

ఉత్ప వర్తక దృశ్యరూపము 349

ఉత్పరివర్తనాలు 291, 304, 325, 326, 327, 342, 436, 438, 439, 490, 491, 492, 494, 497, 981

ఉత్పరివర్తనాలు పర్వదే దశలు 489

ఉత్పాదకముల పద్ధతులు 765

ఉత్పాదక వాదము 52

ఉత్పేరకములు 255, 290, 310, 311, 312

ఉత్సర్గము 310, 1195

ఉదకమండలము 784, 1065, 1066

ఉదగ్రదృష్టి ప్రక్రమక 60

ఉదజని 152, 172, 178, 179, 437, 514, 742, 939, 1019, 1021, 1022, 1023, 1024, 1040, 1044, 1050, 1064, 1156, 1172, 1265, 1266

ఉదజని కాంబు 1155

ఉదజనీ కరణము 1281

ఉదయపూర్ 244

ఉదర కవచము 592

ఉదరకుద్యము 520

ఉదరకుహరము (గహ్వరము) 509, 517, 594, 721

ఉదము 519

ఉదర రోగాలు 92

ఉదరచిత్తానము 510

ఉదర విషయక ఆత్మయికతలు 595

ఉదరశిలలు 843

ఉదరాగ్రాతుక రోగాలు 595

ఉదరాగ్రాతుక వర్ణము 595

ఉద్గాము 127, 129, 139, 140, 1088, 1070, 1072, 1223

ఉద్బిజ్జ సంవద 981	ఉపానుక్రమ ప్రతిరూప యోజన (sequential sampling plan) 119
ఉద్బిజ్జాలు 428	ఉపాస్తి 728
ఉద్బేదనము 592, 593	ఉబ్బుకామెర్లు 551
ఉద్యానములు 748	ఉభయ చరాలు 898
ఉద్యానరచన 748	ఉవర్ ఖయ్యామ్ 47
ఉద్యోగావకాశాలు 786, 787	ఉమ్మనీరు 801
ఉన్నతదృష్టి ప్రక్రమత 80	ఉరము 530
ఉన్నతాంశము 157	ఉరః కుహరము 517, 518, 721
ఉన్నతాంశ ఫలితము 157	ఉరోస్థి 722
ఉన్నతాంశ సవరణ 819	ఉల్కలు 209, 864, 995, 1014, 1024, 1029, 1027, 1057
ఉన్ని 24, 254	ఉల్లికోడు 752
ఉన్ని కత్తిరింపు 688	ఉల్లిపాపాణము (అర్చెనిక్) 626
ఉన్నిరకపు (కురమ) గొట్టెలు 984	ఉల్లెన్ బెక్ 129, 130
ఉప అయనరేఖ 982	ఉల్లేఖనం 1288
ఉప ఉష్ణ మండలాలు 884, 428	ఉష్ణత 1147, 1152, 1163, 1165, 1167, 1168, 1169, 1170, 1172, 1177, 1187
ఉప ఎడారులు 982, 984	ఉష్ణము 217, 453, 857, 921, 994, 1170, 1188, 1198
ఉపకర్పరాలు 128	ఉష్ణకాలువ్యము 994
ఉపకేంద్రములు, 1198, 1199, 1202, 1203, 1208, 1214	ఉష్ణ గతిక శాస్త్రము 802
ఉపగళ గ్రంధులు 657	ఉష్ణ గతిక స్కేలు 14
ఉపగ్రహాలు 459, 856, 951, 958, 959, 995, 1006, 1014, 1016, 1017, 1022, 1023, 1057, 1078, 1089, 1228, 1229, 1287, 1256, 1257, 1258, 1259, 1264	ఉష్ణతా పరికరములు 1222
ఉపగ్రహ ఫోటోవర్ణతి 1089	ఉష్ణ ద్వీపాలు 988
ఉపచాలకము 399	ఉష్ణ నిరోధక శక్తి 282
ఉపహతులు 880, 881, 882	ఉష్ణ ప్రవాహాలు 975
ఉపరితల అగ్ని 425	ఉష్ణ వీడన శక్తి 308
ఉపరితల నాడీమండలం 526, 527	ఉష్ణ పు ఎడారులు 428
ఉపతీరస్థ మండలం 986	ఉష్ణమండలము (లు) 884, 421, 423, 456, 571, 969, 981, 984
ఉపదంశికా వ్యాధులు 577	ఉష్ణమండల వర్షారణ్యాలు 421
ఉపధృవ మండలము 327	ఉష్ణమోచక చర్య 288
ఉపనియమిత చర్య 1258	ఉష్ణవాహకత 280
ఉప పాదనములు 127	ఉష్ణ వికీరణము 428
ఉప లక్షణాలు 487, 488, 498	ఉష్ణ విద్యుత్ వ్యవస్థ 1179, 1180
ఉపసాధనములు 88	ఉష్ణ విద్యుదుత్పాదన 1154, 1183, 1184, 1186, 1188, 1189
ఉపాంత ఉత్పత్తి 763	ఉష్ణ విద్యుదుత్పాదన కేంద్రము 1226
ఉపాంత మూత్రము 733	
ఉపాంత వ్యయము 768	

ఉష్ణ విద్యుత్ వాహకక 229

ఉష్ణ విద్యుత్ కేంద్రము 1149, 1151, 1171, 1172,  
1178, 1192

ఉష్ణ వ్యవస్థాపకము 849

ఉష్ణ శక్తి 153, 201, 202, 205, 356, 357, 430,  
870, 1182

ఉష్ణ శాస్త్రము 14

ఉష్ణ సంచలనము 974

ఉష్ణ సహన వదార్యములు 856

ఉష్ణోగత 192, 197, 198, 199, 200, 201,  
204, 233, 293, 326, 377, 378, 387,  
400, 481, 492, 443, 458, 459, 528, 644,  
655, 741, 920, 928, 859, 848, 870, 874,  
909, 910, 912, 913, 945, 955, 956, 957,  
959, 961, 962, 983, 970, 971, 972,  
973, 974, 987, 988, 989, 992, 1000,  
1008, 1020, 1024, 1030, 1039, 1040,  
1041, 1042, 1057, 1074, 1076, 1129,  
1131, 1132, 1145, 1151, 1154, 1155,  
1183, 1184, 1187, 1208, 1267, 1270,  
1271, 1272, 1278, 1279, 1278, 1290

ఉష్ణోగతా మండలాలు 955

ఉష్ణోగతా విలోమము 928

ఉష్ణానియా విశ్వవిద్యాలయము 883

హీరి

హీటి 802

హీరితిత్తి 18, 510, 511, 517, 531, 547, 552,  
564, 577, 578, 586, 629, 631, 635, 636,  
640, 643, 725

హీరితిత్తుల పురుగు 693

హీరి ఒక్క 777

హీరిస్థి 724

ఋ

ఋగ్వేదము 718

ఋగ్వేదములో వాస్తు శిల్పము 61

ఋజు విద్యుత్తు 188, 1150, 1192, 1195 1197,  
1290, 1291, 1242

ఋజున వృత్త శస్త్ర ప్రయోగము 666

ఋణతైన్ 181

ఋణభృవము 1154

ఋణవైపిసాన్ 180

ఋణ విద్యుదావేశము 1184

ఋణసిగ్నా 161

ఋణాగ్రము 1184

ఋణాశ్మక హేలిసిటీ 163

ఋణావేశము 1185

ఋణుక్రమత 659

ఋణుక్రమము 599

ఋణువచనం 828, 940, 959, 962

ఋణువచన పురోగతి 968

ఋణువచన వర్ణ సాతము 964

ఋణువు 828, 961, 972, 989, 1005

ఋణుసావ చక్రం 600

ఎ

ఎంతెమ్ 19, 277, 280, 282, 283, 287, 295,

312, 322, 323, 326, 347, 348, 352, 354,

358, 359, 364, 369, 381, 401, 405, 417,

438, 442, 449, 501, 523, 932

ఎందు రోగము 539, 574, 611

ఎండో ప్లాస్టిక్ రెజిన్లు 290, 323, 351, 352,

366, 371, 471

ఎకోగ్రాఫికా మాపకము 866

ఎక్స్ మెయోసిస్ 399

ఎక్స్ ట్రాట్ వైలో నెప్రయి లెన్ 552

ఎక్స్ ట్రాక్ పాలిమర్ 256

ఎక్స్ కరణ నక్షత్రములు 1071

ఎక్స్ కరణ నాళికలు 639

ఎక్స్ కరణ వివర్తనము 271

ఎక్స్ కరణ సంవరి లేఖనము 641

ఎక్స్ కరణాల ఉత్పత్తి 1072

ఎక్స్ కరణాలతో ప్రయోగాలు 492

ఎక్స్ కరణాల ఫోటో 640

ఎక్స్ కిరచాలు చూ. ఎక్స్-రే (కిరచాలు)  
 ఎక్స్ గోమోజోము 477, 478-487, 494  
 ఎక్స్ కేహము 478, 477  
 ఎక్స్ రే కిరచాలు 15, 135, 137, 139, 217,  
 326, 346, 449, 492, 493, 498, 585, 586,  
 611, 638, 639-641, 1034, 1038, 1070,  
 1072  
 ఎక్స్ రే పరిశీలన 594  
 ఎక్స్ రే పరిక్ష 108, 578  
 ఎక్స్ వై పద్ధతి 479  
 ఎక్స్ వో పద్ధతి 477, 479  
 ఎగువ పీతలు ప్రాశస్త్య 1292, 1294  
 ఎటిపి 290, 323, 357, 358, 363  
 ఎట్రబిన్ 25  
 ఎడం 422, 423, 841, 984  
 ఎడారి మొక్కలు 386, 387, 424  
 ఎడినాయిడ్స్ 587, 588  
 ఎడిన్స్ వ్యాధి 608  
 ఎడ్రినల్ గ్రంథి 59  
 ఎడ్రినో జెనిట్ సిండ్రోమ్స్ 658  
 ఎథిలిస్ 226, 746  
 ఎథిలిస్ గైకాల్ 28  
 ఎదయొక్క కాలపరిమితి 688  
 ఎనిలైన్ 17  
 ఎసిమియా 549, 558  
 ఎసిలిం 237  
 ఎన్ డ్రస్ 301  
 ఎఫ్ పరిక్ష 105, 108  
 ఎఫ్ నేషన్ 1298  
 ఎఫెల్ గోపురము 156, 1082  
 ఎఫై సన్ 1188  
 ఎమర్జన్స్ 27  
 ఎమి (మై) నో ఆమాలు 17, 270, 271, 284, 296,  
 310, 347, 349, 369, 380, 390, 391, 406,  
 407  
 ఎమిటర్ 189  
 ఎమిర్-జేన్ 188  
 ఎమిలియానిస్ 623

ఎముక 18, 450, 503, 505, 506, 576, 577,  
 579, 994  
 ఎముకలందలి అవస్థలు 578  
 ఎముకలకి కీళ్ళకి కలిగే జయ 577  
 ఎముకలు విరిగితే చేనే చికిత్స 575  
 ఎమైలో పెక్టిన్ 259  
 ఎరిసి పెలన్ 570  
 ఎరిహినియన్, యన్. 307  
 ఎరువు 97, 105, 215, 219, 238, 743, 750,  
 760, 761, 856, 889, 1226, 1234, 1235  
 ఎరువుల కర్మాగారాలు 244  
 ఎరువుల పశ్రమ 1234  
 ఎరువుల సాంకేతిక విజ్ఞానము 1234  
 ఎర్గాట్ తెగులు 757  
 ఎర్గు 1174  
 ఎర్ర (ఋ) ణము (రక్తములోని) 274, 288, 352,  
 353, 355, 356, 358, 359, 391  
 ఎర్రకళ్ళు తెగులు 758  
 ఎర్ర మూలుగు 558, 559  
 ఎలక్ట్రాన్ 32, 35, 125-129, 131, 134, 135,  
 137, 138-140, 142, 144, 148, 149, 156,  
 158, 159, 165, 168, 171-175, 177, 180,  
 182-188, 190, 195, 300, 202, 203, 205,  
 222-225, 229, 230, 257, 259, 261, 267,  
 361, 369, 1001, 1033, 1070-1072, 1075,  
 1158, 1184, 1185-1187, 1222, 1240,  
 1244  
 ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్యలు 129, 140  
 ఎలక్ట్రాన్ ట్యూబు 1228, 1230, 1261  
 ఎలక్ట్రాన్ పరిశ్రమ 1262  
 ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము 1154, 1156  
 ఎలక్ట్రాన్ భ్రమణవాదము 129, 180  
 ఎలక్ట్రాన్ మార్పిడి 135  
 ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ 351, 370, 374, 375  
 ఎలక్ట్రాన్ శేమి 186  
 ఎలక్ట్రాన్ వోల్టే 1174  
 ఎలక్ట్రాన్ వ్యతిరేకణ ప్రయోగాలు 139  
 ఎలక్ట్రాన్ సాధనాలు 1259, 1280

ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శిని 302, 471  
 ఎలక్ట్రాన్ స్పిన్ 141  
 ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్లు (గణన యంత్రాలు) 74, 75, 190  
 ఎలక్ట్రానిక్ ట్యూబ్ 21  
 ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలు 125, 212, 302, 381, 1082, 1229, 1259  
 ఎలక్ట్రానిక్ వలయాలు 185  
 ఎలక్ట్రానిక్ కాన్వర్షన్ 192  
 ఎలక్ట్రానిక్ సూత్రాలు 189  
 ఎలక్ట్రానిక్స్ 21, 185, 188, 1228, 1250, 1251  
 ఎలికపాముల జబ్బు 588  
 ఎలికపాములు, 342, 547, 558, 692  
 ఎలిక్ట్రిక్ గడియాయము 193  
 ఎలిక్ట్రిసిటీ 1183  
 ఎలక్ట్రో ఎన్ సెఫాలో గ్రాఫీ 585  
 ఎలక్ట్రో మాగ్నెటిక్ రేడియేషన్ 492  
 ఎలక్ట్రో మీటర్ 157  
 ఎలక్ట్రోలైట్లు 18  
 ఎవరెస్ట్ శిఖరము 438  
 ఎసిటలిన్ 226  
 ఎస్సీమోలు 795, 812

ఏ

ఎ.టి.సై 85 17  
 ఎండర్ సన్ 142  
 ఎండ్రోమెడా జ్యోతిర్విశ్వము 1052, 1054, 1082  
 ఎండ్రాక్సిటోన్ రంగులు 268  
 ఎండ్రసీన్ 248  
 ఎండ్రసైట్ 248  
 ఎంపియర్ 1182  
 ఏక 1198  
 ఏక అణుక 17  
 ఏక శతం 388  
 ఏకశత జీవరూపాలు 281  
 ఏకశత జీవులు 318, 319, 322, 382, 351, 397, 408, 438, 967  
 ఏకశత వ్రత వార్ధక్యము 408, 408

ఏకశతముక 437  
 ఏకదశవీజము 318, 412  
 ఏక పరిక్రియ 79  
 ఏక ప్రతిరూపయోచన 118  
 ఏకప్రవాహ సిద్ధాంతము 15  
 ఏక వీజగణితము 80  
 ఏరియల్ 207, 208, 209, 1287, 1240, 1243, 1245, 1247  
 ఏస్ట్రల్ జ్యామితి 67  
 ఏస్పెర్టాసు 824

ఐ

ఐక్యరాజ్య సమితి 851, 954  
 ఐక రేయ త్రాహ్మణము 61  
 ఐనుస్టీ ను, ఆల్బర్ట్ 187, 139, 148, 144, 147, 148, 152, 172, 1082, 1174  
 ఐరన్ 308, 414, 885 (చూ. ఇనుము)  
 ఐరిష్ 530, 581  
 ఐరిష్ వ్యాధులు 582  
 ఐరోపా 1258  
 ఐసోటోప్ ఎక్స్ కరణ ప్రతిదీప్తి 987  
 ఐసోటోప్ పరిక్ష 585  
 ఐసోటోప్ రేఖ 1+1  
 ఐసోటోపిక్ స్పిన్ 165  
 ఐసోటోపులు 128, 128, 149, 199, 450, 987  
 ఐసోప్రిన్ 27  
 ఐసోపోంక్ పటములు 899

ఓ

ఓంగోలు 881, 882, 890, 1027, 1028  
 ఓం 881  
 ఓపారిన్ సిద్ధాంతము 457, 458  
 ఓపెరాన్ భావన 850  
 ఓమోగామైన్స్ 165  
 ఓరిస్సా 229, 248, 451, 821, 825, 854, 953, 872, 1258  
 ఓహియాలిని 168

ఓ

ఓజోను 000, 1114  
ఓపాయన్ ఎ. ఏ 809  
ఓమ్ 15  
ఓమ్ నియమము 1194  
ఓరో, తె 810  
ఓరో, లిసోలిక్ ఆస్తు సముదాయము 1278  
ఓషధి 625  
ఓషిలాని 158

ఔ

ఔన్నత్యము 874  
ఔషధ దుర్వినియోగము 555  
ఔషధ పదార్థం 1287, 1288  
ఔషధ ప్రవేశ మార్గాలు 584  
ఔషధశాస్త్రము 584  
ఔషధాలు 15, 219, 245, 274, 275, 584, 585, 582, 550, 1278  
ఔషధీస్థానము 721

క

కంకుల 440  
కంచు 281  
కంచుయుగము 228  
కంచు, వస్త్రా లోహములు 7  
కంటిజబ్బు 580  
కంటిపాచ 580  
కంటి వ్యాధులు 274  
కంత్రాధి 506, 507  
కంతము 685  
కంతవాళ గళక 582  
కందా పీఠక 850  
కందం తంతువులు 575  
కందంములు 401, 508, 509, 616, 634, 640, 671, 724  
కందరశ్యాధులు 550

కంచెస్సర్ 15, 1121, 1128  
కంచెస్సెషన్ పాలిమర్ లు 255, 256  
కండ్లజబ్బులు 778  
కంతులు 588, 572, 589  
కందకము 941  
కంది 758, 757  
కందెన నూనెలు 1279  
కంపన జనకము 210  
కంపన పరిమితి 140  
కంపన లేఖని 208, 209  
కంపన లేఖని చిత్రవ్యవస్థ 210, 211  
కంపము 152  
కంపోజ్టు 800  
కంప్యూటర్ 123, 188, 190, 209, 878, 952, 953, 1223, 1251, 1258, 1255, 1259  
కంప్యూటర్ నిర్మాణము 1251  
కంప్యూటర్ నిర్మాణ పద్ధతులు 1254  
కంప్యూటర్ నెట్ వర్క్ 1254  
కక్ష్య 188, 195, 459, 1087  
కక్ష్యా కోణీయ ద్రవ్యవేగము 181  
కక్ష్యా క్వాంటం సంఖ్య 131  
కచ్ 428  
కట్ న్యూ 480  
కటకము 529, 580, 581, 998, 1089, 1288  
కటివలయము 729  
కట్టడములు 1094, 1095, 1096, 1105  
కట్టుసున్నం 234, 235  
కడవ 823, 842, 832, 851, 854, 858, 1250  
కడవ వ్యవస్థ 830, 851  
కడవ వ్యవస్థ శిలలు 831  
కడవ హరివాణం 889  
కడుపుబ్బు-పొట్టబిగువు 679  
కడుపులో పుండు 593  
కడుపులో పుండుకు  
నైరద్యం ఏమిటి? 594  
కడ్డిలు 580  
కణకవచము 282, 323, 365  
కణకృద్యము 287  
కణ క్రియాశీలక 288

కణ చర్య 322

కణ జాలము 385, 377, 382, 388, 401, 408,  
404, 405, 416, 417, 419, 420, 449, 555,  
568, 589, 571

కణ జాల వర్ధనము 379, 382, 414, 415, 417

కణ ద్రవ్యము 282, 349, 351, 354, 355, 371,  
375, 438, 471

కణ పదార్థ ప్రవాహాలు 397

కణ పదార్థము 390, 397, 398, 419, 420

కణ భావము 128

కణము 137, 140, 148, 149, 158, 159, 160,  
162, 163, 164, 166, 168, 169, 173, 184,  
186, 195, 221, 234, 286, 285, 281, 294,  
285, 286, 283, 259, 290, 291, 306, 312,  
314, 322, 323, 338, 341, 343, 351, 352,  
353, 354, 355, 356, 361, 363, 368, 390,  
391, 392, 397, 402, 404, 410, 414, 420,  
436, 438, 447, 449, 455, 466, 470, 471,  
472, 475, 476, 505, 554, 870, 1000,  
1002, 1010, 1163, 1176, 1187

కణ యంత్రము 284

కణ రసము 620

కణ విభజన 385, 389, 340, 346, 349, 354,  
376, 379, 381, 382, 471

కణ విభేదనము 402

కణ వ్యాకోచము 379, 380, 351, 382

కణ సంబంధ చర్య 291

కణ సంవర్ధనము 397, 401, 402

కణ సిద్ధాంతము 29, 132, 136, 137

కణ స్థాయి 323

కణాంగము 349, 350, 352, 353, 354

కణాంగములు-కేంద్ర కాష్టములు 354

కణాదుడు 171

కణుకులు 447

కణోర్జానాదము 390

కన్ ఫౌండింగ్ 115

కనుగుడ్డు 586

కనుగుడ్డు పొర 582

కనుగూడు 529, 580

కనుపాప 580

కనురెప్పలు 580

కన్ను 520, 580

కన్ను-అందరి భాగములు 581

కన్నుమాద 680

కన్నరైపురు 1210

కపాల గవ్వారము 526, 527

కపాల నాడి 589

కపాలపు ఎముకలు 722

కపాలము 394, 529, 587, 648

కపాల సంకోచనము 586

కపాలికా మూచిక 523

కమతము 764

కమకాల నిర్వహణ కాస్త్రము 762

కమకాల లెక్క 111

కమలా పండ్లు 755

కయాన్ 185

కరణీయ సంఖ్య 54

కరింనగర్ 822, 823, 858

కరెంటు 185

కరెంటు చికిత్స 582

కరోనా 1029, 1030, 1081, 1032

కర్మాటక నెబ్యూలా 174

కర్ణ నాడి 648

కర్ణ భేరి 581

కర్ణాటక రాష్ట్రము 731, 747, 821, 825, 851,  
853, 858, 865, 963, 1258

కర్నూలు 823, 820, 833, 851, 855, 916,  
1027, 1028

కర్నూల్ వ్యవస్థ 880, 831

కర్నూము 129, 151, 186, 201, 222, 229,  
224, 841, 842, 844

కర్పరము నమూనా 151

కర్పన ద్వి అష్టజనిదము 1019, 1079, 1266,  
1267, 1285

కర్పనపు పొర 844

కర్పనము 4, 149, 155, 291, 421, 422, 425,  
427, 742, 834, 1014, 1112, 1146, 1276,  
1285, 1286



కర్పన రసాయన శాస్త్రము 219, 220  
 కర్పన సమ్మేళనాలు 248, 250  
 కర్పనీ కరణము 842  
 కర్మాగారము 983, 1113, 1146, 1198, 1220  
 కలకత్తా 802, 803, 804, 844, 978, 979, 1114  
 కలన గణితము 45, 49  
 కలప 793, 797, 798  
 కలప కట్టడములు 1095  
 కలరా 275, 544, 545, 622, 645, 806, 990, 1110  
 కలుపు మొక్కల నివారణ 741  
 కలుపు మొక్కలు 748  
 కలుషిత వాతావరణము 299  
 కలెక్టర్ 189  
 కలెక్టర్ - జేన్ 188  
 కల్పాకృతి 153, 1181  
 కల్పవృక్షములు 981  
 కలింగ నాథార్ 613  
 కవిత్వము 4  
 కవెండిష్ 1183  
 కళభములు 397, 398, 437  
 కళేరుకా శోధ 579  
 కళేరు కుల్య 588  
 కళేరు దండము 567  
 కష్ట నిగరణము 660  
 కాంక్రయిడ్ 598  
 కాంక్రీటు 189, 232, 236, 1090, 1091, 1095, 1096, 1097, 1216  
 కాంక్రీటు కట్టడములు 1095  
 కాంగో 795  
 కాంజుగేటెడ్ ఫాటీ ఆమ్లములు 1277  
 కాంటూరు 742  
 కాంటూరు కాల్యల వద్దతి 750  
 కాండము 876, 877, 878, 881, 882, 425  
 కాండము ఈగ 752  
 కాంతి 60, 132, 133, 136, 137, 140, 143, 148, 170, 171, 173, 179, 253, 302, 303, 353, 377, 378, 385, 386, 583, 993, 1004, 1887

1005, 1007, 1048, 1049, 1050, 1071, 1147, 1182, 1223, 1240  
 కాంతి కాలావధి 384, 385, 386  
 కాంతి కిరణాలు 182, 185, 208, 209, 530, 1036  
 కాంతి తరంగము 132, 134, 175, 179  
 కాంతి తరంగముల పానాపున్యము 133  
 కాంతి తరంగ వాదము 148  
 కాంతి తరంగ నిర్మాణము 132, 136  
 కాంతి తీవ్రత 404, 430, 431  
 కాంతి నిరోధకం 582  
 కాంతి పరిమాణం 1034, 1035  
 కాంతి వత్సరము 1054  
 కాంతి వర్ణము 132  
 కాంతి వ్యావసం 978  
 కాంతి విద్యుత్ ఫలితము 137, 138  
 కాంతి వివర్తన దృగ్విషయము 13  
 కాంతి విక్షేపణము 140, 1039  
 కాంతి వేగము 133, 134, 144, 146, 163, 169, 170, 171, 182, 1004, 1068, 1074, 1174, 1243, 1247  
 కాంతి శక్తి 178  
 కాంతి శాస్త్రము 905  
 కాంతి శోషణ 259  
 కాంతి సంవత్సరం 170, 1045, 1046, 1049, 1062, 1068, 1073 (చూ. కాంతి వత్సరము)  
 కాంతి స్వభావము 13, 136  
 కాంతి స్వయంపోషణ విధానము 314  
 కాపాస్ 53  
 కాంప్టన్ 157  
 కాంప్టన్ ఫలితము 139  
 కాక్ రాబర్ట్ 20, 718  
 కాకన్ 436  
 కాకింగ్ 417  
 కాకినాడ 821  
 కాక్రన్ కాయాలకు 1128  
 కాగితము 8  
 కాశ పూదార్థములు 838  
 కాటుక తెగులు 442, 446, 756, 758

కాస్టియము 151  
 కాదాదుడు (చూ: కదాదుడు) 9  
 కాథోడ్ కి: దాలు 15  
 కాన్స్టాంట్ నోపిల్ 612  
 కాన్స్టాంటిన్ చక్రవర్తి 717  
 కాన్స్టెటెడ్ అమ్మకాతి 279  
 కాన్సూరు 245, 789, 808, 804  
 కాన్సరు 231, 299 305, 441, 558, 641, 648  
 (చూ కేన్సర్)  
 కాపర్ 279  
 కాఫీ 745, 784  
 కాఫీ తోటలు 747  
 కాయపుచ్చ 754  
 కాయరాలుట 758  
 కాంక ప్రయోగాలు 115  
 కారములు 5, 115, 844  
 కారట్ 445  
 కాఝము 641 698  
 కార్బోనోల్ 448, 449, 507  
 కార్బులైటు 248  
 కార్బుయా 591  
 కార్బుయా రోగాలు 582  
 కార్బోన్ యంగులు 264  
 కార్బన్ 7, 218, 220 228, 229, 246, 267,  
 268, 270, 279, 282, 308 309, 311  
 కార్బన్ ట్రై ఆక్సైడ్ 15, 24, 197, 98, 218,  
 284, 285, 287, 288, 240, 241, 50, 268,  
 287, 290 309, 310, 318, 364 368, 386,  
 391, 430, 431 459, 631  
 కార్బన్ మోనాక్సైడ్ 24  
 కార్బన్ కమ్మోనాలు 257  
 కార్బోనేట్ బనికాలు 228  
 కార్బోప్రాడైటు 17, 218, 270, 273, 282,  
 289, 290, 294, 310, 322, 353, 356, 358,  
 359, 360, 361, 363, 370, 375, 428, 551,  
 613, 614  
 కార్బోకరణ సంబంధము 3, 5  
 కార్బి కక్షత 1152, 1170, 1173, 1178, 1180  
 కార్బైడ్ లైట్ నిర్మాణ పద్ధతులు 1187  
 కార్బే (గుహల) గుళ్ళు 68

కార్బోహైడ్రేట్ 156  
 కాలము 169, 170  
 కాల విస్తృతి 145  
 కాలా అజాన్ 624  
 కాలి కాయలు 658  
 కాలిఫోర్నియా 154  
 కాలవ్యు నివాస 1110  
 కాలవ్యు 978, 979, 980, 984, 985, 986,  
 987, 988, 989, 990, 991, 993, 1114  
 కాలేయ ఊడత 555, 556  
 కాలేయపు విధులు 523  
 కాలేయము 272, 273, 274, 390, 391, 450,  
 509, 521, 523, 525, 546, 554, 555, 556,  
 558, 565, 595, 665, 726, 727  
 కాలేయవృద్ధి 554  
 కాల్యులు 665  
 కార్బు: 08  
 కార్నియం 284, 289, 279, 308, 375, 401,  
 602, 616, 617, 631, 657, 865, 1073,  
 1265  
 కార్నియం అమ్మోనియం నై ట్రేటు 241, 244  
 కార్నియం ఆక్సైడ్ 238  
 కార్నియం కార్బనేటు 233, 234, 240, 241, 341  
 కార్నియం ఫాస్ఫేటు 242  
 కార్నియం నిలికేటు 236  
 కార్నియం ప్రొటాక్సైడ్ 233  
 కార్నియం ప్రొట్రోజన్ ఫాస్ఫేటు 242  
 కార్బి 890  
 కార్బి 827, 828  
 కార్బీరు 885, 858  
 కార్బోనరు 612  
 కార్బోనజీ 51  
 కార్నిక్ కిం కణములు 1057  
 కార్నిక్ కిం దాలు 826  
 కార్బాఫ్ 1039, 1040  
 కార్బాఫ్ ధర్మాలు 1039  
 కార్బాఫ్ మాత్రము 188  
 కరణ అవ్యవసాయనిక సంయోగం 1079, 1080

కిరణ జన్మ సంయోజన క్రియ 309, 314, 353,  
358, 364, 366, 368, 370, 375, 377, 378,  
386, 405, 428, 430, 431

కిరణ జన్మ సంయోజన వనరులు 791

కిరణ శంఖ 61

కిరణ ధార్మిక అనురేఖలు 371

కిరణ వక్రీభవన సూత్రము 905

కిరణాలు 971, 1009, 1067, 1174

కిరొసిన్ మానె 251

కిరసకుల్య 723

కిటక నివారణ 751

కిటకము 289, 307, 320, 339, 393, 400, 421,  
427, 443, 455, 462, 476, 477, 479, 480,  
481, 485, 571, 712, 752, 842

కిలక వనరులు 734

కిటక వ్యాధులు 582

కిటక హరి 747

కిలక స్వరము 62

కిలాగ్రము 411

కిళ్ళ నొప్పులు 584

కిళ్ళ వాతము 543, 549, 557

కిళ్ళ వాపు 578

కిళ్ళు 508, 508, 576, 577, 616, 723, 724

కిసెల్ ఘోర్ 268

కుంకుమ తెగులు 442, 445

కుంటు రోగము 675

కుక్క 714

కుక్కకాటు 20, 546

కుక్కకాటు జబ్బు 623

కుక్షింభరత్నము 613

కుజగ్రహపు ఉపరితల రీతి 1019

కుజగ్రహము 458, 459, 1014, 1017, 1019,  
1020, 1078

కుటీర పరిశ్రమలు 782

కుడి జఠరిక 511

కుడ్య మానచిత్రాలు 816

కుడింపు న్యాయము 80

కుమారన్ 681

కురమ గొట్టెలు 634

కుల్యాలోపము 568

కువాయ్ 199

కుశల కర్మ 575

కుషింగ్ వ్యాధి 656

కుషింగ్ సిండ్రోమ్ 548, 658

కుషింగ్, హార్వే 564

కుమ్మరోగము 275, 538, 622

కుళ్ళుడు కుండి 1112

కుంపరు 205

కురగాయలు 746, 752, 777

కుర్గు 784

కులింగ్ సిస్టమ్ 1183

కులీ 660

కులూంబిక్ ఆకర్షణ 227

కులూంబు 1188

కృతన తరంగములు 904

కృత్రిమంగా శ్వాస కల్పించడం 504

కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు 22, 156, 878, 892, 893,  
899, 907, 909, 1002, 1013, 1018, 1020,  
1244, 1256

కృత్రిమ గర్భధారణ కేంద్రము 687

కృత్రిమ పరపరాగ సంపర్కము 427, 463

కృత్రిమ వర్షప్రయోగము 934

కృత్రిమ శ్వాస 502

కృత్రిమ సంపర్కము 681, 682, 683

కృత్రిమ 596

కృత్రిమ శోభ 592, 595, 596

కృత్రిమజాతి పశువులు 669

కృష్ణి పద్ధతులు 428

కృష్ణ పక్షము 1007

కృష్ణ వస్తు వికిరణము 188, 189

కృష్ణిష్టాల్లా 821, 823, 827, 830, 881, 881,  
1052, 1098, 1104

కృష్ణానది 828, 1099, 1110

కెంపు లేజర్ 177

కెకూలే 17

కెడస్ట్రోల్ వర్షే 111

కెనడా 229, 825, 871, 875, 1050, 1157,  
1161

కెనాడ్ 1259  
 కెనెన్ కార్పెంటర్ 869  
 కెనెల్ మూడు నియమాలు (సూత్రాలు) 12, 18, 1018  
 కెన్సరు, యోహానిస్ 995, 1012, 1017, 1077  
 కెమెరా 287, 1289  
 కెమెరా ట్యూబులు 1288  
 కెమో తింపి 587  
 కెం టాలు 978  
 కెన్వస్ 14  
 కేంద్రక అండపదార్థాలు 420  
 కేంద్రక కణము 185  
 కేంద్రక కొలిమి 1177, 1178  
 కేంద్రక ప్రతిక్రియా జనకములు 1151, 1178, 1187  
 కేంద్రక ప్రతివ్యూహ 182  
 కేంద్రకము 128, 127, 128, 134, 137, 152, 159, 172, 178, 199, 221, 222, 228, 225, 280, 289, 314, 322, 337, 338, 339, 340, 342, 351, 354, 358, 371, 410, 411, 417, 418, 419, 420, 438, 472, 620, 635, 849, 1178, 1175, 1176, 1177  
 కేంద్రక విద్యుత్ వ్యవస్థ 1179, 1180  
 కేంద్రక విద్యుదుత్పాదన 1178  
 కేంద్రకాంశము 354, 355, 368, 471  
 కేంద్రకాష్లుము 310, 342, 364, 390, 408, 436  
 కేంద్రకీయ చర్యలు 125  
 కేంద్ర నాడి మండలము 518, 526, 527, 536, 725, 728  
 కేంద్ర నాడివ్యవస్థ 564  
 కేంద్రపాలిత ప్రాంతాలు 815  
 కేంద్రపు నిర్మాణము 476  
 కేంద్రము 151  
 కేంద్ర విదకనము 1175  
 కేంద్రక క్తి ఏకాంకములు 1174  
 కేంద్రీయకుల్య 526  
 కేంద్రీయవృష్టి ప్రక్రమక 60  
 కేంద్రీయ భూజల సంస్థ 882  
 కేంద్రీ

కేటలిస్టు 18  
 కేటోడ్ 12, 38, 1240  
 కేదార్ నాథ్ 828  
 కే. నా. వ్య. 566, 567, 568, 569  
 కేన్సరు 518, 518, 519, 587, 597, 632, 634, 635, 636, 637, 640 (చూ. కాన్సరు)  
 కేన్సరును అనుమానించడం ఎలా? 596  
 కేన్సరు కణములు 633  
 కేన్సరుకు రోగనిదానము 634  
 కేన్సరుకు వైద్యము 597, 632  
 కేన్సరు నిర్మూలక ఔషధాలు 597  
 కేన్సరు వ్యాధిని సూచించు కొన్ని ముఖ్య ఔషధాలు 638  
 కేరళ 421, 747, 825, 858, 963, 1082  
 కేశ 52  
 కేశల నిద్రక రోషదములు 587  
 కేశ వాళికలు 18, 511, 512, 518  
 కేశరాలు 409, 411  
 కై నిటన్ 408, 418, 415, 416  
 కై నిమలు 500, 746  
 కై నులు 311  
 కై పర్ 1022, 1028  
 కొక్కిపురుగులు 587, 548, 547, 558, 559, 624, 692  
 కొంగవాల్ 618  
 కొండ గొట్టాలు 685  
 కొండవాలు 819  
 కొక్కెర తెగులు 698  
 కొత్తగూడెం 244, 881, 1172  
 కొత్త మూలకాలు 17  
 కొవర్నికన్ 12, 18, 29, 1012  
 కొబ్బరి 756, 779  
 కొబ్బరిమానె 670  
 కొమ్ము 26, 426  
 కొమ్ము పురుగు 755  
 కొమ్ముమార 677  
 కొమ్ములులేని పశువుల మండ 677  
 కొయ్యగండల వ్యాధి 278  
 కొలాయిడ్ 580, 580, 588

కొరెన్స్ 848  
 కొలకపట్టి 087  
 కొంతలు 8  
 కొలాయిడ్లు 18  
 కొలిమి 887, 1168, 1169  
 కొలిమి పద్ధతి 1143, 1144  
 కొలెస్టె - ల్ 388, 401  
 కొల్లాజన్ 401  
 కొల్లేరు 822, 828  
 కొప్పుల మూలు 291, 548  
 కొప్పు కదాలు 549  
 కొప్పుపదార్థాలు 17, 27, 278  
 కొప్పులు 822  
 కోర్ 246, 249  
 కోర్ ఓవెన్ గాస్ 1265  
 కోకో 747  
 కోట 244  
 కోదాన్సు 847  
 కోడి పిల్లల పెంపకము 695  
 కోడెలకు చేరు కొట్టించుట 677  
 కోడెలలో మూత్ర నిరోధము 679  
 కోడెల వీర్యనాడులను కత్తిరించు పద్ధతి 678  
 కోదాన్ని సమత్రిభి దన చేయుట 68  
 కోడియ ద్రవ్యచేగము 127, 130, 139, 150  
 కోనార్క దేవళము 68  
 కోనిక్స్ బర్గు వంతెన 64  
 కోపెన్ హేన్ 68  
 కోబాల్టు 154, 5, 289, 279, 616, 633, 742  
 కోయంబత్తూరు 724, 739  
 కోయినా అనకట్టు 1117  
 కోర్ 489  
 కోరపళ్ళు 5 8  
 కోరింత దగ్గు 70, 821  
 కోర్టి 561  
 కోర్ట్ హౌస్ 553  
 కోరోలిను ప్రభావము 1008  
 కోల్ గాస్ 24, 246, 247, 249  
 కోల్ లాస్ 17, 24, 219, 246, 247  
 కోల్ క్రిమి 552

కోస్టాల్ 416  
 కోళ్ళ ఆహార మూత్రములు 695  
 కోళ్ళకు అనువైన గృహ వసతి 697  
 కోళ్ళ జాతులు 69, 774  
 కోళ్ళ దాదా 696  
 కోళ్ళ పంక్రమ 784  
 కోళ్ళ పెంపకము 687, 694, 697, 698, 774, 775  
 కోళ్ళ మకూచి 699  
 కోళ్ళ మేత 775  
 కోళ్ళ రోగములు 776  
 కోళ్ళలో వచ్చు సామాన్య వ్యాధులు 698  
 కోళ్ళు 694, 696, 698, 699, 707, 710, 775, 776  
 కౌటిల్యుడు 453, 719  
 క్యాంకర్ లు 447  
 క్యాంక్ 294  
 క్యాల్షియం 1050 (చూ. కార్షియం)  
 క్యూరిల స్వభావము 122  
 క్రమ ఉద్యావములు 748  
 క్రమ క్షయము 839, 851, 863, 896  
 క్రమ విచలనము 102, 104  
 క్రమకా స్వీకృతాలు 64  
 క్రమానుగత గ్రహణ పద్ధతి 110  
 క్రమానుగత పౌనఃపున్య రికార్డ్ 1234, 1238  
 క్రమానుసార పరిణామ 825  
 క్రాంతి వృత్తమార్గము 1005  
 క్రాంతి వృత్తము 1089  
 క్రాఫర్డ్ 660, 663  
 క్రిడు వంతెన 1097  
 క్రిక్ 347, 496, 497  
 క్రిప్టాన్ 15, 224, 019  
 క్రిమి 274, 307, 455, 516, 518, 545, 547, 552, 5 8, 569, 571, 598, 605, 691, 842, 1112  
 క్రిమి కీటకాలు 25  
 క్రిమి, చీడ, సంహారకాలు 978, 982  
 క్రిమియా 827  
 క్రిమియా యుద్ధము 950

క్రిమి సంక్రమణము 512, 515, 518  
 క్రిమి సంహారకాలు 295, 300, 539, 626, 706,  
 752, 780  
 క్రిమి సంహారక రసాయనాలు 114  
 క్రియా జనకాలు 218  
 క్రియాత్మక పద్ధతులు 945  
 క్రియాత్మక పౌష్టికాహారం 780  
 క్రియారహిత సోనార్ 211  
 క్రియాశీలత 5  
 క్రియాశీల సోనార్ 210  
 క్రిడా సిద్ధాంతము 120  
 క్రూక్స్ నిర్వాత నాళిక 688  
 క్రెబ్స్ చలయము 359, 360, 361  
 క్రినియల్ నాడులు 647  
 క్రైస్టాల్ 21  
 క్రోవ్యాన్లుములు 288, 290, 727  
 క్రొవ్యు పదార్థాలు 288, 270, 272, 554, 557,  
 607, 612, 615, 654, 671, 702, 777  
 క్రొవ్యులు 1274, 1275, 1276, 1277, 1282  
 క్రొవ్యావులు 1278  
 క్రోనిక్ గ్లోమరూలో నెఫ్రయిటస్ 551  
 క్రోమాటన్ 337, 341  
 క్రోమియం 177, 228, 331, 359, 371, 938,  
 1232  
 క్రోమైట్ 920, 1271  
 క్రోమాటోమ్ 270, 280, 286, 301, 304, 325,  
 326, 327, 333, 334, 335, 336, 337, 338,  
 339, 340, 341, 342, 344, 345, 349, 354,  
 355, 397, 402, 404, 413, 447, 449, 460,  
 471, 472, 478, 479, 481, 483, 491, 494,  
 495  
 క్రోమాటిడ్ 472  
 క్రోమోజోమ్ ఉత్పత్తి వర్తనము 325, 490  
 క్రోమోజోమ్ కాంప్లె మెంటి 473, 482  
 క్రోమోజోములు నిర్మాణం 342  
 క్రోమోజోము రేఖాపటాలు 345  
 క్రోమోజోముల సంఖ్య 388  
 క్రోమోజోమ్ సంఖ్యలో మార్పులు 490  
 క్రోమోజోమ్ సిద్ధాంతం 480

క్రోమోటన్ 340  
 క్రోమోటాటిన్ 385  
 క్రోమోఫోర్లు 253, 259, 260  
 క్రోనిక్ వైల్ నెఫ్రయిటిస్ 552  
 క్లయిన్ 141, 158  
 క్లాడోస్పోరియమ్ 448  
 క్లార్కు, సి. ఆర్థర్ 1257  
 క్లినికల్ బయోకెమిస్ట్రీ 299  
 క్లూగల్ 63  
 క్లూజ్ 157  
 క్లెన్ ఫెల్డిర్ సిండ్రోమ్ 340  
 క్లిఫ్ రాట్ 898  
 క్లిఫ్ స్టాన్ 207  
 క్లోమము 519, 523, 524, 656, 716, 727  
 క్లోమరసము 524  
 క్లోరిన్ 15, 197, 218, 220, 221, 224, 279,  
 616, 742  
 క్లోరోక్విన్ 276  
 క్లోరోపాస్ట్లు 290, 351  
 క్లోరోపాస్టిడ్ 495  
 క్లోరోఫారం 611  
 క్లోరోఫిల్ 233, 290, 370  
 క్లోరోఫైటా 315  
 క్లోరోమైసిటిన్ 276  
 క్లోషి 14  
 క్వాంటం 137, 150, 163, 167  
 క్వాంటం-ప్రవాహ 199  
 క్వాంటం యాంత్రిక కాన్త్రము 21, 129, 138,  
 140, 141, 142  
 క్వాంటం వాదము 142  
 క్వాంటం సంఖ్య 123, 128, 130, 131, 132, 134,  
 166  
 క్వాంటం సిద్ధాంతము 6, 128, 129, 130, 137,  
 140, 175  
 క్వాంటికరణము 129, 130, 132, 139, 141  
 క్వాజారు 1055, 1056, 1084, 1088, 1089  
 క్వాటెర్నరీ మహాయుగం 858  
 క్వాన్టర్ నియన్లు 50  
 క్వార్క్ 40, 167

క్యూర్ సిద్ధా తము 188  
క్యూర్ట్ 880, 882, 885  
క్యూర్ట్ ట్ 879, 117  
క్యూపియార్కర్ 50, 556, 614, 615, 778  
క్విన్సాక్రెన్ 274  
క్విని (నై)న్ 20, 275, 1288

క్ష

క్షయారణి 928  
క్షతవిప్రులు 574  
క్షమశీలి 185, 186, 189  
క్షయంకర అవ్యవస్థలు 48  
క్షయ 275, 299, 542, 554, 568, 567,  
577, 578, 608, 612, 622, 641, 649, 654,  
655, 665, 712  
క్షయకరణ 887, 884  
క్షయకరణ విభజన 888, 886, 888, 841, 845,  
409, 478, 476, 473, 479  
క్షయ టీకా 542  
క్షయ నిరోధకత 281  
క్షయ నివారణ ఔషధాలు 578  
క్షయ వ్యాధి కంతి 567  
క్షయ వ్యాధి నిరోధకాలు 588  
క్షమము 780, 955  
క్షార గుణము 265  
క్షారాలు 46, 607, 1281  
క్షార సమ్మేళనాలు 49  
క్షీర గ్రంథులు 572  
క్షీర (సత్తన) ము 319, 320, 321, 324, 358,  
396, 395, 396, 401, 431, 468, 476, 848  
క్షీర రస గ్రంథులు 555  
క్షీర సంబంధమైన క్రొవ్వులు 1277  
క్షుద్ర రోగస్థానము 721  
క్షేత్ర వైవిధ్యములు 899  
క్షోభక 892  
క్వినావ్ 15, 1019  
క్షైన్ 165

ఖ

ఖ డ చలన భావన 902  
ఖ డ చలన సిద్ధాంతాలు 888  
ఖండ తీర్పు అంచు 867, 868, 869, 942  
ఖండ తీర్పు వక్రస్ 940  
ఖండ తీర్పు వాలు 867, 868, 940  
ఖండములు 847  
ఖగోళ దూర దశ్యుని 1008, 1009, 1015, 1018,  
1019, 1021, 1022, 1023, 1045, 1078  
ఖగోళ పరిశోధన 997  
ఖగోళము 1067  
ఖగోళ మూర్తులు 138  
ఖగోళ వస్తువులు 209  
ఖగోళ శాస్త్రము 9, 12, 18, 27, 158, 811,  
847, 848, 995, 996, 1084, 1057, 1067,  
1071, 1072, 1077, 1256  
ఖనిజ తైలము 155, 884, 1155  
ఖనిజ విశేషాలు 798, 876, 877, 915, 920, 948  
ఖనిజ వైవిధ్యము 556  
ఖనిజ లవణాలు 312, 317, 367, 369, 404,  
551, 607, 618, 616, 698, 701, 715  
ఖనిజ వాయువులు 1155  
ఖనిజ శాస్త్రము 884, 885  
ఖనిజ సంపద 790, 824, 881, 856, 857, 859,  
860, 865, 884, 885, 918  
ఖనిజావ్యేషణ 886, 872, 873, 877, 889, 891,  
928, 926, 928  
ఖనిజాలు 156, 922, 794, 799, 884, 855, 886,  
888, 889, 856, 859, 865, 867, 872, 874,  
889, 918, 922, 923, 947, 947, 1288  
ఖమ్మం 812, 813, 880, 882, 883, 858, 889  
ఖమ్మం జిల్లా 831  
ఖరీఫ్ పంటలు 1106  
ఖర్చుల పద్ధతులు 765

గ

గంగా (నది) 828, 828, 964, 1159  
 గంధకం 27, 155, 239, 280, 445, 616, 618,  
 920, 1280, 1285  
 గంధకపు రంగులు 284  
 గజ్జి కురుపులు 651  
 గట్టువేయు సాధన 761  
 గడియారాలు 191, 192  
 గడ్డి నూనె 247  
 గణన యంత్రాలు 189  
 గణాంక నియంత్రణ 4  
 గణిత తర్కము 88  
 గణిత వట్టకలు 8  
 గణిత ప్రమేయములు 98  
 గణిత విశేషణములు 10, 72, 94  
 గణిత శాస్త్రంలో పరిణామాలు 52  
 గణితశాస్త్ర పురోగమనము 42  
 గణిత శాస్త్రము 5, 7, 12, 99, 101, 128, 140,  
 470  
 గణిత శాస్త్రములో విద్యార్థుల సమస్యలు 52  
 గణిత సమీకరణాలు 123  
 గణితాంశాలు 82  
 గణితీయ ఘాతక శాస్త్రము 51  
 గతి 145  
 గతిశక్తి 152, 183, 230, 257  
 గతిశక్తి 1170  
 గతిశీల ఉష్ణగతిక రూపాంతర ప్రాప్తి 839, 840  
 గతిశీల భూస్వరూప శాస్త్రము 819  
 గచ్చాల్ 830  
 గన్ కాటన్ 254, 269  
 గని చర్యలు 873  
 గనులు 797, 1166  
 గవోరియా 277, 808, 821  
 గబ్బిలపు గమనము 212, 213  
 గబ్బిలం సమస్య 212  
 గభీర జలగామి శకటములు 868  
 గభీర సముద్ర భూతలము 868  
 గమన దిశ 162, 163

గమేక్సిన్ 26

గయోపని బటిస్తా మార్గం 717

గరిమ నాభి 128

గరిష్ఠ శోషక తరంగ దైర్ఘ్యము 258, 266

గర్భకోశ మార్గం 600

 గర్భకోశము 472, 599, 601, 602, 603, 605,  
 607, 635

గర్భకోశములో కేన్సరు 636

 గర్భధారణ 600, 601, 602, 603, 605, 609,  
 618, 655

గర్భధారణ లక్షణాలు 602

గర్భధారణవల్ల శరీరంలో మార్పులు 601

గర్భధారణ రీతి 599

గర్భనిరోధకములు 588

గర్భ ముఖచ్ఛాయము 681

గర్భవతి 603

గర్భసంచి 600

గర్భస్రావము 588, 602, 712, 713, 773

గర్భాశయము 508, 599, 632, 633, 656

గరిష్ఠ శోషక తరంగ దైర్ఘ్యము 258, 259, 260

గర్భిణీస్త్రీ 609

గవద విళ్ళలు 595

గళకుల్య 638

గళదిగ్వి 637

గళగ్రంథులు 656, 656, 657

గళము 532

గళమూలం 532

గళవివరం 636

గాంధీజీ 782, 783, 785, 793

గాజు 200, 237, 256, 1018, 1271, 1272

గాజుతయారీ 237

గాజు కనుగుడ్డు 590

గాజు పట్టకము 1089

గాడిద లోక తెగులు 440

గామా అనువాద అధిశోషణ 938

 గామా కరణము 136, 150, 152, 154, 155, 326,  
 492, 633, 639, 642, 877, 983, 986, 987,  
 944, 1072, 1178



గామా-గామా పద్ధతి 987  
 గామా మ్యాట్రాన్ పద్ధతి 988  
 గామా పర్ణ పటము 939  
 గాయాలు 502, 537, 570, 718  
 గార్నర్ 384  
 గామా పద్ధతులు 986  
 గాలక్టోసీమియా 448  
 గాలి 319, 392, 434, 485, 441, 531, 532, 644, 1003  
 గాలికుంటు 674, 675, 690  
 గాలిగదులు 512  
 గాలి పీడనం 628  
 గాలి పోయటం 675  
 గాలిలో ఎగరగలే యంత్రం 627  
 గాలి చేగము 429  
 గాలెన్ 610, 612  
 గాల్ఫ్ ఆపరేటన్ 351, 352, 353, 356  
 గాల్ఫ్ దేహములు 471  
 గాల్ఫ్స్ 15, 302  
 గాల్ఫ్స్ పటము 1184  
 గాల్ఫ్స్ మాపకాలు 904, 980  
 గాల్ఫ్స్, లూగే 1183  
 గాస్ 14  
 గాస్ సిలండర్ 24  
 గాస్ట్రోలా 388  
 గిడ్డంగులు 771, 781  
 గిని బబ్బు 624  
 గిని వరమ్ 624  
 గిల్బర్ట్, విలియం 1183  
 గిగర్ ముల్లర్ 933  
 గిజెల్. హెచ్. ఎఫ్ 1228  
 గుండె 309, 398, 399, 499, 510, 513, 564, 685, 640, 641, 660  
 గుండెబుబు 557, 588, 665, 777  
 గుండెవాపు 668  
 గుండ్రపు పురుగులు 543  
 గుజరాత్ 428, 685, 781, 825, 853  
 గుటిన్బర్గ్ 858, 920, 964

గుడ్డిదుబ్బుతెగులు 679  
 గుణనియంత్రణ 758  
 గుణనియంత్రణ పటాలు 120, 116, 117  
 గుణనియంత్రణ పద్ధతులు 119  
 గుణ లాక్షణికాలు 116, 117  
 గుప్త ఉష్ణ పరివర్తనము 428  
 గుప్తోష్ణత 1164  
 గురుగ్రహము 458, 1014, 1020, 1021, 1022, 1023  
 గురుత్వ పరిశోధనా పద్ధతి 917  
 గురుత్వాకర్షణ 50, 125, 146, 147, 174, 309, 629, 681, 874, 885, 888, 889, 890, 892, 896, 917, 918, 919, 920, 947, 974, 1013, 1014, 1018, 1020, 1021, 1024, 1032, 1042, 1044, 1071, 1075, 1144, 1256  
 గురుత్వాకర్షణ పద్ధతి 874, 894  
 గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతం (సూత్రము) 148, 893, 997  
 గుర్మ నాళములు 982  
 గుర్మము 724  
 గుర్మ సంహారక పదార్థాలు 992  
 గుట్టములు 711, 712, 714, 719, 724  
 గూటిన్బర్గ్ 907  
 గృహనిర్మాణ కార్యాల సూత్రాలు 61  
 గృహ నిర్మాణము 1098  
 గృహ నిర్మాణ వస్తువులు 282  
 గృహము 644  
 గెయోట్టా 59  
 గెర్లాక్ 129  
 గెర్లాక్ మెర్కెటర్ 812  
 గెలాక్సీలు 41, 146, 169, 170, 171, 173, 174  
 గెలిలియో 11, 12, 14, 28, 47, 49, 191, 918  
 గెల్మన్ 167  
 గెన్నర్ 387  
 గేదెజాతి పశువులు 639  
 గేనీ ఆయిల్ 251  
 గేమోన్ 1075  
 గేర్ బాక్సు 1186  
 గేల్ 1229

గేల్స్ 53, 54, 57  
 గేస్ సిలిండర్ 251 (చూ. గాస్ సిలిండరు)  
 గేసీలిస్ 251, 252  
 గైగ్నరు కాంటరు 157, 878  
 గైటర్ 158  
 గై నాండ్రో మాస్కులు 480  
 గొంతు 554, 555, 587  
 గొంతువాతము 541, 542  
 గొంతువాపు 874, 878, 890  
 గొట్టపు బావులు 882, 8 5, 927, 106, 1111, 1124  
 గొట్టపిల్లల పెంపకము 687, 702  
 గొట్టలు 684, 685 686, 687, 698, 800, 892, 701, 702, 704, 712, 778  
 గొట్టలో వచ్చేరోగాలు 689  
 గొలుసుకట్టు మార్పు 1175  
 గొలుసు బాగు రచనలు 115  
 గొలుసు వచ్చే 1087  
 గోండ్ బానా 852, 853, 854, 855, 880, 882  
 గోండ్ బానా వ్యవస్థ 851, 852  
 గోండ్లైట్ లు 851  
 గోండ్లైట్ 851  
 గోట్ లిట్ రాఫ్టర్ 1133  
 గోడ్ 1180  
 గోదావరి 821, 823, 827, 858, 881, 887, 1098, 1099, 1104, 1157  
 గోదావరి జిల్లా 831, 833, 844, 853  
 గోదావరిలోయ 851, 850, 889  
 గోదావరి చంకెన 1091  
 గోధుమలు 8, 97, 422, 442, 445, 493, 670 731, 733, 761, 775  
 గోపుర స్తంభములు 1203, 1205  
 గోబర్గుడు 612  
 గోక్ పూర్ 244  
 గోర్డన్ 141  
 గోరుచుట్టు 570  
 గోల్లిలు 290  
 గోల్డ్ బర్న్ 17  
 గోల్డ్ బాక్ 72

గోల్డ్ బాక్ సమస్య 72, 76  
 గోల్డ్ బ్లూట్ 380, 480  
 గోల్డెన్ విభాగములు 62, 63  
 గోవా 229, 8 5, 858  
 గోవు 7 9  
 గోళతలము 67  
 గోళీయాదికము 67  
 గోళ్ళు 505  
 గౌడ్ స్పెక్ట్ 120, 130, 141  
 గౌసీ 5 50, 51, 85, 87, 75 99, 1188  
 గౌస్ సిద్ధాంతము 186  
 గ్రాన్ గ్రాన్ 571  
 గ్రాన్ వెర్మిన్ 145  
 గ్రాఫులు 506, 508, 557, 561, 585, 687  
 గ్రాఫిని 723, 727  
 గ్రహణము 84, 1029, 1082  
 గ్రహముల యొక్క ద్రవ్యరాశులు 1017  
 గ్రహముల సంఖ్య 1014  
 గ్రహములు 133, 143, 228, 309, 458, 884, 995, 997, 998, 999, 014, 1015, 1016, 1017, 1018, 1014, 1025, 1057, 1067, 1071, 1077  
 గ్రహముల యొక్క గతులు 1018  
 గ్రహ శకలములు 1014, 1024, 1025  
 గ్రహశకలముల యొక్క పుట్టుక 1025  
 గ్రహాలు - సూర్యుడు 12  
 గ్రామ్యలోమా ఇంగ్ల్యుయినేట్ 598  
 గ్రానైట్ శిల 836, 837, 879, 9 , 922, 928, 932 934  
 గ్రాఫైట్ 218, 824, 833, 858, 859, 889, 922, 1179, 1181  
 గ్రామము 795, 798  
 గ్రామీణ ఆర్థిక వ్యవస్థ 783  
 గ్రామీణ జనసంఖ్యలు 794, 795, 798  
 గ్రామీణ పరిశ్రమలు 782, 78 , 785  
 గ్రామీణ విశ్వవిద్యాలయాలు 740  
 గ్రామీణ సహకార సంఘములు 788  
 గ్రామోఫోన్ 14  
 గ్రావిటాన్ 180, 182

గ్రాన్ 860, 868  
 గ్రాహకము 207, 208, 209, 218, 1281, 1282,  
 1288, 1247, 1257  
 గ్రాడ్ 1199, 1208, 1228  
 గ్రాడ్ ప్రతిరూప గ్రహణం 111  
 గ్రీకు యుగము 9  
 గ్రీకులు 810  
 గ్రీస్ రాష్ట్రము 18  
 గ్రీస్ లాండ్ 871  
 గ్రీన్ స్టాన్ మేఖలు 871, 872  
 గ్రీనిచ్ కాలము 825  
 గ్రీవము 558  
 గ్రీమ చేతము 812, 716, 840  
 గ్రుడ్ల కొరత 774  
 గ్రుడ్లను నిల్వ చేయుట 776  
 గ్రుడ్లను పొడిగించుట 775  
 గ్రుడ్ల విక్రయము 776  
 గ్రూ 19  
 గ్రై మెల్లి 18  
 గ్రిన్ లెడ్ 272  
 గ్లూకోస్ 17, 253, 254, 278, 282, 287,  
 290, 296, 297, 310, 358, 401, 414,  
 547, 548, 784  
 గ్లెకాలిన్ 359  
 గ్లెకోజ్ 273, 287  
 గ్లోబ్ 813, 814  
 గ్లోబ్ మానచిత్రం 814  
 గ్వాలియర్ 801  
 గ్విసాన్ 224

ఘ

ఘటమాల 1189  
 ఘటనర్పి 822  
 ఘనము 48  
 ఘన సమీకరణాలు 47  
 ఘన పదార్థము 200, 271, 1127  
 ఘన పదార్థముల విద్యుత్ చాహిత్యము 200

ఘన పరిమాణము 99  
 ఘన పరిమాణ సూత్రము 44  
 ఘనపు యూనిట్లు 54  
 ఘనస్థితి మేజర్ 22, 184  
 ఘనస్థితి సాధనాలు 22, 1261  
 ఘనాన్ని రెండింతలు చేయుట 53, 54  
 ఘాట (గ్రామినే) కుటుంబము 412  
 ఘాత పరిపూర్ణ సంఖ్యలు 75  
 ఘ్రాణనాడి 581, 582

చ, ఛ

చంటిబిడ్డ గుణము 543  
 చండిఫర్ 802, 825  
 చంద్ర కళలు 1006  
 చంద్ర గుప్తుడు 812  
 చంద్ర గోళము 1011, 1012  
 చంద్ర గ్రహణము 1007, 1008  
 చంద్ర మండలం 1091  
 చంద్రమండల చాతావరణం 21  
 చంద్రలోక యాత్ర 30  
 చంద్ర సాధాలు 1033  
 చంద్రుడు 8, 154, 692, 874, 895, 998, 999,  
 1001, 1006, 1007, 1008, 1009, 1010,  
 1011, 1012, 1013, 1014, 1017, 1024,  
 1028, 1078, 1088, 1251, 1284  
 చంద్రుని ఉపరితలము 1009, 1010, 1025  
 చంద్రుని గమనము 893  
 చంద్రుని పుట్టుక 1014  
 చంద్రునిపై అనేక వేల విలములు 1011  
 చంద్రుని మీద చాలా కాలవలు 1009  
 చంద్రుని యొక్క చలనము 1006  
 చంద్రుని యొక్క ద్రవ్యరాశి 1006  
 చంద్రుని యొక్క పరిభ్రమణము 1006  
 చంద్రుని వర్ష పటము 1008  
 చక్కెర పరిశ్రమ 785  
 చక్ర పరిభ్రమణలు 1148  
 చక్రవాతం 988, 984

చచ్చువాతము 541

చతుర్విధీయ అంతరాళకాల ఖండము 148

చతుర్విధీయ అఖండం 148

చతుర్విధీయము 148

చత్వారం 582

చమురు శుద్ధి కర్మాగారాలు 958

చయాన చయత 290

చరక సంహిత 612, 719

చరకుడు 9, 719

చరానుపాత మాత్రము 768

చరిత్ర 811

చర్మ కణములు 583

చర్మము 505, 508, 547, 587, 589, 571, 591, 632, 642, 652, 655, 657, 671, 678

చర్మము యొక్క చనులు 651

చర్మ వ్యాధులు 278, 302, 305, 651, 653, 778

చలనము 255, 397

చలన శక్తి 1158, 1183, 1170

చలనీయ కలనము 51

చలి జ్వరము 546, 547

చాప పునాది 1091

చార్ గాఫ్ ఎర్విన్ 348

చార్లెస్ లేయెత్ 1130

చార్జ్ 5

చార్లెస్ కైట్లు 850, 851, 854

చాలనీ కణాలు 870, 871, 872

చాలనీ నాళము 871, 872, 873, 874, 875

చానా, ఎన్ 812

చింపాంజీ 396

చికిత్స 501

చిటుక రోగము 689

చిడత బద్దలు 503

చిత్తూరు 880, 882

చిత్రకారుడు-శిల్పి 80

చిత్ర లేఖనము 49

చిత్ర లేఖనము-గణితము 58

చిత్ర లేఖనము-ఇతర శాస్త్రాలు 80

చిత్ర లేఖనము-పరిశీలన పద్ధతులు 61

చిన్న గ్రహములు 864

చిన్న ప్రేగు యొక్క నిర్మాణము 522

చిన్న ప్రేగులు 509 518, 521 544 547, 598, 622, 693, 714, 727

చిన్న మెదడు 645, 646, 647, 648

చిలీ 229

చీకటి పద్ధతాలు 581

చీడ పారుడు 691

చీడ పీడలు 751

చీడలు 482

చీనా 8 2 (చూ చైనా)

చీపురు కట్ట తెగుళ్ళు 447

చీము 589, 570, 596, 597, 598, 599, 605, 649, 652 718

చీము గడ్డ 589, 678

చూషణ గోవురాలు 242

చెక్ జేసిన్ పద్ధతి 750

చెట్టు తొట్టలు 7

చెట్లకు వచ్చు తెగుళ్ళు 28

చెట్లు 745, 748, 985 981

చెదలు 86, 754, 446

చెఱుకు 733, 753, 758, 782, 784, 1223, 1282

చెవి 580, 584, 585

చెవి వ్యాధులు 587

చెవుడు 586

చేత ఇనుము 229

చేవల పేట 797

చేవలు 398, 399, 400, 967, 982, 99, 992, 1112, 1118

చైతన్యము 397

చైనా 8, 61, 802, 625, 975, 1 69, 1256

చైనీయులు 488, 1038

చై లాఖయాన్ 386

ఛాతీ 682

ఛాయా పరియాలు 1028

ఛాన్ 1184, 1135

ఛిద్రములు 683

ఛేతీ 1101

జ

జంక్షన్ 186

జంతు ఆకార నిర్మాణ శాస్త్రము 721

జంతు ప్రసారము 407

జంతు ప్రసార శక్తులు 488

జంతు వ్యవహారము 987

జంతు రాజ్యము 813, 814

జంతు వ్యయము 05

జంతువు పోషణ 700, 701

జంతువులో పునరుత్పత్తి 483, 472

జంతువులో సంయోగ బీజాల ఏర్పాటు 478

జంతువుల వేట 797

జంతువులు 812, 816, 820, 821, 822, 823, 827,  
828 831, 838, 888, 899, 840, 843, 845,  
846, 851, 854, 857, 858, 876, 878, 888,  
889, 890 892, 897, 400, 425, 426, 427,  
428, 438, 436, 438, 447 451, 453 455,  
481, 468, 467, 478, 497, 505 509, 549,  
670 701, 751, 798, 824, 845 955, 982,  
1081, 1118, 1217, 1274, 1279

జంతు వైవిధ్యము 819

జంతు శాస్త్రము 491

జంతు సంబంధమైన శ్రోత్రములు 1278

జాంటియా 229

జింకు 289, 280, 288, 414, 881, 882, 985,  
1185, 1285

జీవ నిర్గమము 520, 521

జీవ రసములోని ఎంజైములు 522

జీవరాశియ ఆప్తు విరోధులు 586

జిడ్ పరీక్ష 107

జడ పదార్థాలు 82

జడ వాయువులు 15

జడ వ్యవస్థ 146

జనకము 208

జననము 400

జనన మూత్ర వ్యవస్థల వ్యాధులు 599

జననానియములు 804, 808

జనసాక్షియము 502, 504, 881, 882

జనపద సరళి 795, 796

జనరే 5 1121, 1122, 1124, 1196

జన సమూహం 979

జన సాంద్రత 803, 979

జనాభా 790, 792, 798, 802, 804, 806, 821,  
824

జనాభా పెరుగుదల 792

జనాభా లెక్క 110

జనాభా విషయక సర్వే 112

జనెటిక్ ఇంజనీరింగ్ 293

జనెటిక్ కోడ్ 282

జనెటిక్స్ 20

జన్మ సంప్రాప్త వ్యాధులు 609

జన్మ నిర్ధారణ కుటుంబ 578

జన్మ నిర్ధారణ లోపాలు 585

జన్మ ఉత్పరచన 814, 825, 490

జన్మ ఉత్పరచన రసాలకు గల కారణాలు 493

జన్మ ఉత్పరచన రసాల ముఖ్య లక్షణాలు 825

జన్మ కారకాలు 841

జన్మగుణాలు 489, 498

జన్మ చలనము 825, 828

జన్మ చిహ్నాలు 812

జన్మ నియంత్రణాలు 291

జన్మ పదార్థం 285, 314, 825, 826, 400, 449,  
481, 486, 473, 981

జన్మ ప్రతికృతి 848

జన్మ ప్రభావము 350

జన్మ మూలకములు 849

జన్మపుయ్యెక్క శాతక స్వరూపము 494

జన్మపుయ్యెక్క రసాయనిక స్వరూపము 494

జన్మ చలనలు 831

జన్మరూపకము 468, 470

జన్మలక్షణము 880

జన్మ వినియయం 880

జన్మపు 280, 293, 823, 826, 828, 834, 885,  
887, 842, 843, 844, 845, 846, 849, 850,  
418, 419, 449, 462, 467, 469, 470, 482,  
488, 484, 485, 486, 487, 488, 490, 491,  
493, 494

జన్మకాస్త్ర పరిశోధన 462  
 జన్మకాస్త్రము 102, 306, 325, 447, 460,  
 461, 463, 465, 497, 498, 499, 500, 590  
 జన్మకాస్త్రము - చరిత్ర 462  
 జన్మ సంకేతము 346, 347  
 జన్మ సంకేతోత్పత్తి 311  
 జన్మసంబంధ మార్పులు 300  
 జన్మసంబంధ సమాచారము 284, 335  
 జన్మ సంయోజనాలు 328, 329  
 జన్మ సమూహాలు 462  
 జన్మ మూత్రాలు 463  
 జన్మస్థాయి 449  
 జపాన్ 381, 450, 665, 783, 800, 802, 804,  
 974, 975, 993, 1039, 1133, 1157, 1161,  
 1256, 1259  
 జబ్బరెల్లన్ 300  
 జబ్బవాపు 675  
 జబ్బవాపు నిరోధక టీకాలు 676  
 జమ్ము - కాశ్మీరు 731, 825, 853  
 జయదత్తమూరి 720  
 జర్మన్ - సిల్వర్ 231  
 జర్మనీ 156, 206, 465, 718, 767, 800, 1053,  
 1060, 1114, 1133  
 జర్మెనియమ్ 21, 183, 202, 203, 1260  
 జలకాపాలిక 565  
 జలకాలువ్య పదార్థాలు 991  
 జల కాలువ్యము 979, 990, 992, 994, 1113  
 జలచక్రము 1106  
 జలచరముల మూనెలు 1279  
 జలతంత్రము 1100  
 జలతలం 881  
 జలచక్ర పరిశ్రమణ యంత్రము 1148  
 జల పరిశ్రమణ యంత్రము 1161, 1163  
 జలపాతము 24, 316  
 జలతాప జనకము 1167  
 జలతాప పరిశ్రమణులు 1148  
 జలతాప పరిశ్రమణి 1151, 1169  
 జలమయ స్తరాలు 879, 880  
 జలరాకులు 1100

జలరూప రసం 530, 533  
 జలవిజ్ఞాన కాస్త్రము 821  
 జలవిద్యుత్ ఉత్పాదన 1148, 1151, 1154,  
 1157  
 జలవిద్యుత్ ఉత్పాదన సూత్రము 1157  
 జలవిద్యుత్ పథకము 1160, 1161, 1162  
 జలవిద్యుత్ స్థావరము 1291  
 జల విద్యుత్కేంద్రము 956, 1034, 1122, 1148,  
 1152, 1157, 1158, 1159, 1160, 1161,  
 1192, 1200, 1226  
 జలవిశ్లేషణము 363, 364, 1276  
 జలకాస్త్రం 1100  
 జలనంపద 1099, 1100  
 జల సంస్కారవ్యవస్థ 1167  
 జలసర్వే 1086, 1088  
 జలస్థితి 1101  
 జలాంతర్గమి 210, 211, 628  
 జలిగ పురుగులు 699  
 జలుబు 585, 586  
 జలోద్గమం 975  
 జావర (6) ప్రణము 593, 594  
 జావరి కాష్ఠము 593  
 జాతి 329, 330, 331, 332  
 జాతీయ ఆదాయము 108  
 జాతీయ గృహ నిర్మాణ నిబంధనాళి 644  
 జాతీయ జంతువు 453  
 జాతీయ పక్షి 458  
 జాతీయ పౌష్టికాహార సంస్థ 779  
 జాతీయ భూ భౌతిక పరిశోధనా సంస్థ 890, 904,  
 914, 915  
 జాతీయ సముద్ర కాస్త్ర సంస్థ 942  
 జాతుల ఉత్పత్తి నిర్ధారణము 466  
 జాపాల రంగాపూరు వేధకాల 996, 998, 1028  
 జామ్నక కాల్యము 657  
 జార్జి 809  
 జాలక కంపనము 205  
 జాలక (జాలక-అంతర స్తర) మండలము 516  
 జాల బంధము 660, 663

జాతీయ అంశకృతుక (రెటికులో ఎండోథీలియస్)  
 వ్యవస్థ 558  
 జానాద్విపం 157, 774  
 జిన్ 46  
 జిప్సమ్ 234, 235, 750, 883, 886, 889, 859,  
 1278  
 జిబ్బరెల్స్ 281, 282, 886, 287, 403, 412,  
 746 (చూ జిబ్బరెల్స్)  
 జిమ్మర్ మన్ 278  
 జియాయిడ్ 894, 895 897  
 జిర్కొనియం 1018, 1180, 1271  
 జిన్ 22, 270, 801, 591  
 జిమాన్ ఫలిము 129, 180  
 జిగ్గల్ శాశ మ డలము 891, 726  
 జిర్గల్ శాశము 234, 685, 643, 704  
 జిర్గక్రియ 228  
 జిర్గవ్యవస్థ 521  
 జిర్గావయనాలు 596  
 జిర్గాశయపు విధులు 222  
 జిర్గాశయము 520, 727  
 జీవ అగ్నివృక్ష 232, 236  
 జీవకణ కవచం 619, 620  
 జీవకణ కణాలు 802  
 జీవకణ ప్రయోగ నిర్మాణం 289  
 జీవకణము 18 21, 22, 270, 279, 260, 29,  
 294, 295, 801, 202, 804, 805, 23 , 465,  
 511, 518, 518, 619, 648  
 జీవకణము లో శ్రమవిభజన 251  
 జీవకము 57, 280  
 జీవ సంశోధన 637  
 జీవకుడు 612, 721  
 జీవకూటము 281, 2 8  
 జీవకోట చరిత్ర 848  
 జీవక్రియ 853, 867, 889, 879, 888, 408, 449,  
 471, 494  
 జీవక్రియా పథము 448, 449, 450  
 జీవచక్రంలో ఎ టి. పి. పాత్ర 283

జీవ చర్యలు 822  
 జీవజాతుల పరిణామము 281  
 జీవద్రవ్యము 466  
 జీవద్రవ్య సిద్ధాంతము 465  
 జీవన కాలాశంక 665  
 జీవన పోరాటము 827  
 జీవనము 256  
 జీవన విస్తృతి 400  
 జీవన విద్యాము 228, 288, 391, 392, 418,  
 438  
 జీవ పరమాణువు 309, 311, 325, 327, 328, 343  
 జీవ పరిణామ సిద్ధాంతము 221, 358, 398  
 జీవప్రక్రియ 281, 471  
 జీవ ప్రతికృతి 346  
 జీవ ప్రసారం 288  
 జీవ భౌతికశాస్త్రము 201, 302, 303, 305  
 జీవ సాయన సంశోధన 299  
 జీవ సాయన శాస్త్రము 279, 280, 281, 293,  
 300, 301, 367  
 జీవ రసాయనశాస్త్ర వినియోగము 298  
 జీవ రసాయన శాస్త్రవేత్త 301  
 జీవ రసాయనాలు 202  
 జీవ సాయనిక చర్య 294, 405  
 జీవరాశి 312, 324, 325, 452, 453, 457, 458,  
 459 543, 844, 845, 981, 984, 992, 992,  
 999, 1000, 1014, 1077, 1079, 1080  
 జీవరాసులలో చరిత్రలోని ముఖ్య సంఘటనలు 345  
 జీవరూపాలు 281  
 జీవ వాతావరణ శాస్త్రము 427  
 జీవ విద్యుత్తు 308  
 జీవ శాస్త్రజ్ఞులు 125, 813  
 జీవశాస్త్రము 19, 279, 301, 306, 350, 404,  
 457, 461, 470, 471, 681, 717, 803, 1112  
 జీవ సంకేతావళి 288  
 జీవ సంయోజన 283  
 జీవ సమరూపాలు 468  
 జీవస్పృష్టి 281, 301, 306, 307, 308, 309  
 జీవాణువు 620  
 జీవిత చక్రము 388, 409, 422

జీవులకు సంరక్షణ 458

జీవుల పరిణామం 821

జీవుల వర్గీకరణము 329

జీవుల సంభావ్య పరిణామ మార్గము 315

జీవులు 19, 808, 807, 811, 822, 823, 824, 825, 881, 883, 885, 842, 843, 844, 846, 851, 884, 889, 890, 893, 897, 400, 401, 427, 435, 451, 458, 470, 482, 486, 840

జీవోత్పత్తి 808, 811

జీవోత్పత్తికి తేజము 803

జూదపు ఆట 99, 101

జెకోస్టోవేకియా 485

జెనోఫేన్స్ 840

జెఫ్రీ - బుల్లెనులు 907

జెయినెలం 48

జెల్ 887, 898

జైరే 229

జైలిన్లు 249

జై వికసాగర విజ్ఞానం 985, 970

జొన్నలు 412, 440, 442, 670, 788, 752, 756, 781

జోడ్. సి. ఐ. యం. 270

జౌల్ - థామస్ 198

జ్ఞాన దంతులు 533

జ్ఞానేంద్రియ విజ్ఞానము 721

జ్ఞానేంద్రియాలు 394, 395, 483

జ్యోమితి 42, 51, 58, 60, 812

జ్యోమితీయ నిర్మాణము 82

జ్యోమితీయ సమస్యలు 52

జ్యోతిర్విశ్వము 995, 999, 1045, 1047, 1049, 1051, 1052, 1053, 1054, 1055, 1056, 1057, 1063, 1065, 1067, 1068, 1089, 1073, 1074, 1075

జ్యోతిర్విశ్వములు - వర్గ విభజన 1052, 1053

జ్యోతిష శాస్త్రము 9

జ్యోతిష కలాలు 389

ఓ

ఓంగ్స్ట్రమ్ 176, 186, 859, 987, 122

ఓన్నెట్ డయోడ్ 22

ఓర్నర్స్ సిండ్రోమ్ 840

ఓర్పయిన్ 281, 1119, 1121, 1122, 1123, 1124, 1129, 1130, 1131, 1132, 1133, 1155, 1158, 1160, 1161, 1162, 1163, 1165, 1169, 1170, 1171, 1172, 1180

ఓర్పయిను జనరేటరు 153

ఓర్పయినులు పనిచేయు విధము 1131

ఓర్పయిను యంత్రములు 1130

ఓరైన్ (చూ. ఓర్పయిన్)

ఓర్పోజెట్ 1132

ఓర్పోప్రాప్ 1132

ఓంజానియా 817

ఓన్సిత్రి టెన్ 278

ఓన్సిల్స్ 582, 687, 688

ఓంసిల్లి 12

ఓన్సెట్ నిర్ధారణము 493

ఓలమ్ 12, 27, 717, 812

ఓల్బిన్ 247, 248, 249, 261

ఓటానీ 857

ఓటానియం 1013, 1050

ఓన్ 881

ఓస్మెట్టు యాదృచ్ఛిక వర్ణం 109

ఓజెట్ 825, 983

ఓ 745, 747

ఓకాలు 545, 584, 611, 674, 899, 744

ఓండ్రాలు 424

ఓరిన్ పేపర్స్ 812

ఓంకపుచ్చు 755

ఓంపొంట్ (కణిత) ఎముక 585

ఓటానన్ సిరమ్ 718

ఓట్రానైక్లినులు 278

ఓట్రోడ్ 182

ఓనార్ కలన గణితం 147

ఓరిన్ 219, 257



పెరిల్స్ పాలిస్టరు 256  
 పెర్లిన్ 24  
 పెర్షియర్ మహాయుగపు శిలలు 881  
 పెర్షియర్ మహాయుగము 858  
 పెసడో ఫైటులు 317  
 పెరిగ్రాఫ్ 183, 1229  
 పెరిప్రిటరు 1280  
 పెరిఫోను 136, 183, 981, 1221, 1231, 1238  
 పెరిఫోను కేంద్రము 1282  
 పెరిఫోను ప్రసాది 1231  
 పెరివిజన్ 22, 37, 125, 178, 183, 1221, 1229,  
 1237, 1288, 1299, 1241, 1250, 1261  
 పెరివిజన్ కెమెరా 1288  
 పెరివిజన్ కేంద్రాలు 1237  
 పెరివిజన్ భావలు 1240, 1241  
 పెరివిజన్ ప్రసారము 186, 1237, 1238, 1244  
 పెరివిజన్ వ్యవస్థ 186  
 పెరిస్కోపు 459  
 పెరెక్స్ 1281  
 పేక్యాన్లు 168, 169, 170, 171  
 పేక్సన్ 893  
 పేలర్ 802, 871  
 పైగ్రన్ 801  
 పైప్ రైటర్ 1253  
 పైఫాయిడ్ 275, 299, 631, 806, 990, 1110  
 పోక్యో 802, 978, 1114  
 పోపాలిటీ 55  
 ట్యూమర్స్ 572  
 బ్రయాంగులేషను పద్ధతి 1096, 1097  
 బ్రయోడ్ 182  
 బ్రాక్టర్లు 748, 760  
 బ్రాడెయో ఫైటా 816  
 బ్రాన్స్ పార్కర్లు 1189, 1200, 1201, 1207,  
 1208, 1209, 1210, 1211, 1211, 1213,  
 1218, 1217, 1249  
 బ్రాన్స్ పార్కర్ అందలి అంశభాగములు 1209  
 బ్రాన్స్ మిటరు 948  
 బ్రాన్స్ మిషన్ సిస్టమ్ 1186  
 847

బ్రాన్సిస్టర్ 165, 186, 187, 188, 189, 1228,  
 1259, 1260  
 బ్రెపుల్ అంటిజన్ 570  
 బ్రెపుల్ నూపర్ ఫాన్ ఫేట్ 1268  
 బ్రెప్పిన్ 298  
 బ్రీట్రెజ్ ఆఫ్ పెయింటింగ్ 60  
 బ్రేనర్ మూలకాలు 871, 965  
 బ్రోంజే 244  
 బ్రోహిస్పియర్ 1000

## ద, ధ

దంగు సున్నం 284  
 దింభకాలు 572  
 దక్కన్ బ్రాప్ 880  
 దయాలిటీస్ 547, 548, 549  
 దయోడ్ 187, 1249, 1259, 1261, 1262  
 దయ్య - దామన్ 825  
 దాక్టరు 501, 502  
 దాట్ జిగ్ 120  
 దాష్టరు ప్రక్రియ 1078  
 దాష్టర్ రాదార్ 206  
 దాష్టర్ సిద్ధాంతము 303  
 దాహ్స్ 622  
 దాములు 861  
 దార్జిలింగ్ 802, 826  
 దార్జిన్ 19, 308, 309, 327, 328, 465  
 దార్జిన్ సిద్ధాంతము 327  
 దాల్జిన్, జాన్ 221  
 డి, బెలింబర్లు 12  
 డిక్కి 1076  
 డిజైన్ 811, 814, 816, 1148  
 డిజైనర్ ఆఫ్ డిజిటింగ్ మాన్ 59  
 డిటర్జెంటులు 993  
 డిటెక్టర్ 196  
 డి. డి. టి. 28, 300, 301, 645, 988, 992  
 డినేచరేషన్ 271  
 డిప్లోమా 486  
 డి థారి 187

డి మేగ్నెట్ 14

డి. యన్. పి. D. N. A.) 22, 280, 284, 286, 291, 322, 326, 334, 336, 342, 343, 346, 347, 348, 349, 350, 355, 486, 488, 493, 495, 496

డి. యన్. పి. రసాయనిక నిర్మాణము 496

డిరాక్ 129, 141, 142, 151, 172

డిప్రయిన్ 343

డి విటమిన్ 505, 540

డి సాక్సిరైటో మాక్రియక్ అసిడ్ 28 (చూ.

డి. ఎన్. పి.)

డిస్క హగలి 761

డిస్క హో 761

డి. ఆక్సిరైటో కేంద్రకాస్తుము 402, 420, 494

డిజెల్ మానె 1121, 1148, 1155

డిజెల్ యంత్రము 1121, 122, 1155

డిజెల్ విద్యుత్ కేంద్రము 1121, 1122

డిన్ ఇన్ 50

డిన్ నైట్రిక్ సాండింగ్ 907

డి బోగ్లి 139

డి బోగ్లి తరంగదైర్ఘ్యము 140

డిమ్ 380, 381

డిప్రిన్ 486, 488

డిసెల్ ఆయిల్ 252

దుదుమా జలపాతము 1298

దుప్లెక్సురు 1235, 1236

దుఫె 1188

దుసియో 59

డెకార్టే 19, 46, 49, 50

డెట్రాయిట్ 802

డెట్రావేటర్ 266

డెడిన్డ్ 51

డెన్ మార్క్ 113

డెకాకే 660

డెమోక్రిటీస్ 171

డెవిస్ 137

డెల్టా ఆరెకల్ 54

డెవిస్ W. M. 818

డెవిస్ 189

డెబి 20, 24

డై ఆక్సిజిలో మ్యాక్రిక్ యాసిడ్ 286 (చూ. డి ఎన్. పి.)

డై ఎన్ డిన్ 301

డై నమిక్ ప్రోగ్రామింగ్ 120

డై నమైట్ 268, 875

డై నమో 875, 1136, 1155

డోపింగ్ 186, 202

డోంక వలయము 188

డోలమైట్ 928

డోలరైట్ 854

డెన్స్ నిండ్రోమ్ 448, 449

డెనిమిల్ డ్యూలు 444

డ్యుప్లెక్స్ 213

డ్యూఫేంగ్ 14

డ్యూరామిటర్ 646

డ్యూరామిటర్ 281

డ్రమ్ 1252, 1268

డ్రూడే 200

డ్రోసోఫిలా 827, 341, 345, 462, 478, 479, 480, 482, 488, 487, 488, 490, 494

డ్రోసోఫిలా మెలనోగాస్పర్ 325, 338

ధి

ధిల్లి 244, 802, 808, 804, 825, 1092, 1118, 1287, 1250, 1268

ధిల్లి వ్యవస్థ 851

త

తంజావూరులోని బృహదీశ్వరాలయము 68

తంజి ప్రసార విధానము 1280

తంతు కణ విభజన 574

తంతుకము 562

తంతు బంధన ప్రక్రియ 660

తంతుల కంపనము 18

తత్కాలి 720

తగ ము 228, 231

తట్టమ్మ 541

తటస్థ కణాలు 162, 164, 221

తటస్థ చర్య 288

తటస్థ తీగ 1216, 1218, 1219

తటస్థ పదార్థాలు 790

తటస్థ వరమాణువు 222

తటస్థ సమ్మేళనాలు 247, 249

తత్వ వేదాంత శాస్త్రము 8

తత్సమరాశి అస్తిత్వము 80

తన్యతా బలము 228

తమిళ చేకము (నాడు) 618, 668, 747, 821, 822, 825, 844, 854, 858, 988, 994, 1062, 1065, 1106, 1181

తరంగ కణ ద్వైధీభావము 138

తరంగ గతిశాస్త్రము 138

తరంగ దైర్ఘ్యము 182, 185, 187, 175, 176, 182, 183, 257, 258, 259, 492, 688, 689, 1049, 1055, 1056, 1058, 1059, 1062, 1064, 1067, 1070, 1245

తరంగ పానః పున్యము 175

తరంగ ప్రమేయం 142

తరంగ భావం 138

తరంగము 187, 140, 182, 206, 906, 908, 929, 958, 1116

తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రము 4, 140

తరంగ వికిరణము 135

తరంగ వేగము 1146

తరంగ సిద్ధాంతము 18, 187

తర్కము 68

తర్కానుసారము 68

తలకు చెప్పులు 508

తలన త్త 752, 754

తలపాలును 654

తలములు 64

తలలో తామర 652

తలీయ బ్యామిలి 64

తల్లి పాలు 602, 603

తళుకు 229

తాంబవత 228, 229

తాఖిచ్ 829

తాతా బాలీయ రేడియో సంస్థ 1067

తాతా మౌలిక పరిశోధన 1065

తాప కేంద్రక ప్రక్రియ 1044

తాపక్రమము 429

తాప రూపాంతర ప్రాప్తి 889

తాప విద్యుత్ స్థావరములు 1291

తాప విద్యుత్ స్థావరమున టవర్లు 1298

తాప విద్యుదుత్పాదన 1172

తామర 652

తారన్ ట్రైటె 955, 961, 964

తారాపూర్ 153

తారు ఆమ్లాలు 247

తారు ఖరాలు 247

తియోడలైట్ నిస్తంత్ర 818

తిరుచిర వల్లి 844

తిరుపతి 740, 802, 824

తిర్థిక్ అయస్కాంత తరంగాలు 181

తిర్థిక్ తరంగాలు 13

తిర్థిక్ విద్యుత్ తరంగాలు 180

తీరపు ఇనుకలు 833

తీర మైదానము 622

తీరస్థ మండలం 966

తుంగ భద్ర 823

తుంటి ఎముక 726

తుత్తు నాగపు పూత 1220

తుత్తు నాగము 231, 616, 742, 843, 859, 860, 865, 1018

తుఫాను 958, 960, 964

తుల్యతా నియమం 147

తుల్యోష్ణక జంతువులు 431

తుర్పు కనుములు 822, 851, 855

తెగ 831

తెగులు 438, 439, 440, 441, 444, 445, 447, 756, 758, 759

తెగుళ్ళ నివారణ 758

తెరుచుకొనివున్న గాయాలు 502

తెరపుట్టిక్స్ 584

తెర్మోస్టాట్ క్లియర్ చర్య 808

తెలంగాణా 675, 686, 878, 889, 1106

తెలుగు భాష 114

తెలుగు భాషా సమితి 1150

తెలుగు విజ్ఞాన సర్వస్వము 1150

తెల్ల కణములు 558, 591, 718

తెల్ల కంకి 752

తెల్ల కాంతి 18

తెల్ల కుంకుమ తెగులు 441

తెల్లని పదార్థము 528

తెల్ల రక్త కణములు 552, 562

తేనె తీగలు 751

తేనె మంచు 754

తేమ 961, 964, 987

తేయాకు 784

తేలిన్ 1182

తైలముల వంఘటనము 1275

తైలముల సామాన్య వర్గీకరణము 1277

తైలములు 1275

తోక గాయము 678, 679

తోక చుక్క 128, 995, 1002, 1014, 1024,  
1025, 1028, 1032, 1057

తోక చుక్కల యొక్క ఆకారము 1025

తోట సాగు 744

తోడు వైరులు 747

త్రయ స్థితి 481, 482, 488

త్రవ్యకపు బావులు 881

త్రిక పరిక్రియ 79

త్రికోణమితి 47, 48, 811, 812

త్రిప-మాణ వస్తు జాలం 59

త్రిపుర 825

త్రిభుజములు సమద్విబాహులు 69

త్రిభుజ సంబంధమైన సర్వే 1087, 1088

త్రిమితీయ చిత్రాలు 179

త్రిమితీయము 146, 834

త్రైజ్యవేగము 1004

త్వ యకారి 172, 174

త్వరణము 146, 147, 208, 329, 680

త్వరణ సిద్ధాంతము 158, 159

ధ

ధామన్. తె. తె. 1228

ధామనన్ 189, 144

ధామన్ సమూహా 127

ధార్ ముట్ 827

ధాలిక్ ఆమ్లము 26

ధియరేన్ 64

ధియెడలైటు 1087

ధియెడలైటు సర్వే 1087

ధునిడై డన్ 808

ధోష్టస్టాస్కూలు 258

ధోష్ట సెట్టింగ్ ప్లాస్టిక్కులు 258

ధైమన్ 508

ధెరాయిడ్ గ్ర ధి 19, 305, 324

ధోయమ్ 790, 845, 871, 876, 911, 98  
986, 988, 944, 1178, 1179, 1181

ద

దంతము 28, 588, 727

దంతవ్యాధులు 274, 777

దక్కన్ ట్రాప్ 881, 85, 88, 881, 909

దక్షిణ ఆఫ్రికా 229, 871

దక్షిణ ద్వీపకల్ప భాగము 858

దక్షిణ ధృవము 898, 894, 1011, 1005

దక్షిణార్ధ గోళము 008

దక్షిణము 109, 111, 207

దక్షిణ నేరణ 108, 109, 111, 217

దక్షిణసాగరి 782

దక్షిణాక్షియ 190

దాదా పదార్థములు 670

దాదా మిశ్రమము 772

దాదా శక్తి స్థాయి 202

దాదా - నాగ్ హవేలి 825

దామోదా వ్యవస్థ 302

దారు నాళాలు 865, 869

ది ఆరిజన్ ఆఫ్ స్పిషిస్ 20

ధిబ్బాది 484, 1087

దిగంజీయ గోదము 209  
 దిగుబడి 750, 787, 1107  
 దిగుబడి నిచ్చుతి 765  
 దిగ్గోయ్ 250  
 దిగ్విన్యాసము 181, 190  
 దిశా క్యాంటీస్ ఇము 129  
 దిశాశక్తి 186  
 దీన్ జన్మి 20  
 దీవకాంతి 498  
 దీప్తికాల తటస్థ వృక్షకాలు 884  
 దీప్తికాల ప్రమాణము 884  
 దీప్తి చతురస్రము 4  
 దీప్తి దీప్తికాల వృక్షకాలు 284, 385, 386, 387  
 దీప్తివృత్త జ్యామితి 66  
 దీప్తిప్రాప్తి దీప్తికాల వృక్షకాలు 884  
 దుంపలు 407  
 దుర్గాపూర్ 245  
 దూడల ఉచ్చుతి 681  
 దూరదర్శిని 178, 998, 1084, 1085, 1057,  
 1061, 1062, 1067, 1257, 1258, 159,  
 1261  
 దూరపు అడుపు 250, 1251  
 దూరమతి - దూరగ్రాహక పద్ధతులు 877  
 దూరవాణి 123, 258  
 దూరారుణ కాంతి 385, 414  
 దృగ్గోచర ప్రాతము 257, 58, 259  
 దృగ్విషయము 6, 14, 182  
 దృశా క్షాత్రము 13  
 దృశ్యకాంతి పరిమాణము 1055, 1088  
 దృశ్యమాన విశ్వము 41, 100  
 దృశ్య రూపకము 467, 468  
 దృశ్య క్షాత్రము 124  
 దృష్టి 541, 584  
 దృష్టి తీక్షణత 581  
 దృష్టి ప్రక్రమక 59, 61  
 దేహక చాలు 472  
 దొంతి పునాదులు 1091  
 దొమ్మకురుపు 698

దొమ్మలోగము (వ్యాధి 622, 690  
 దొమ్మవాపు 691  
 దోమపోటు 752  
 దోషము 6, 108, 116, 117  
 దోష హితమైన జ్యామితి స్వరూపము 64  
 దోషవస్తు నిచ్చుతి లేక భిన్నము 116  
 ద్యుతి 182  
 ద్రవ చలనము 849  
 ద్రవ పదార్థము 198  
 ద్రవ లిందువు నమూనా 151  
 ద్రవ స్థితిః క్షాత్ర సూత్రాలు 12  
 ద్రవాభి సరణ 889  
 ద్రవాభి సరణ పీడనము 18  
 ద్రవీక ఇము 197, 198  
 ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రత 283, 918  
 ద్రవీభవనోష్ణము 365  
 ద్రవ్య చలనము 197  
 ద్రవ్యము 125, 148, 158, 159, 171, 172, 173,  
 174, 175, 176, 1158, 1168, 1174  
 ద్రవ్యము-ప్రతి ద్రవ్యము 171  
 ద్రవ్య శచన 144  
 ద్రవ్య రాశి 145, 146, 147, 151, 152, 153,  
 158, 159, 160, 162, 164, 167, 168, 169,  
 172, 178, 205, 217, 848, 874, 897,  
 1017, 1018, 1023, 1025, 1026, 1042,  
 1043, 1044, 1045, 1050, 1051, 1052,  
 1054, 1089, 1116  
 ద్రవ్యరాశి అంశము 149  
 ద్రవ్యరాశి చర్య 17  
 ద్రవ్య పేము 188, 162  
 ద్రాక్ష 748  
 ద్రావణము 245, 251, 265, 390  
 ద్రావికాల దీర్ఘ స్థానాంతరణము 889  
 ద్రోణకాళిఫ నైసనైటిస్ 587  
 ద్వయః స్థితి 328, 340, 409, 418, 437, 470,  
 481, 88  
 ద్వయ స్థితిక సంయోగ పీడనము 316  
 ద్వి అణుక 17  
 ద్విశీయ సంగ్రహణము 1252

ద్విదళ వీజాలు 818  
 ద్విదిశా స్థానాంతరణ 872  
 ద్విపద గుణకము 48  
 ద్విపరమాణుక అణువుల వర్ణనకు విశ్లేషణ 142  
 ద్వి-ప్రతిరూపయోచన 119  
 ద్వి ప్రవాహ నిర్ధాంతము 15  
 ద్విమనస్కుత 581  
 ద్విమితీయము 148  
 ద్వివర్గ 48  
 ద్వివార్షికాలు 887, 404  
 ద్వివిధ ప్రయోజక జాతి పశువులు 669  
 ద్వివకల్ప కవచము 850  
 ద్వివకల్ప కావ్య ప్రాంతం 850  
 ద్వివకల్ప భాగపు నిర్మితి 854  
 ద్వివకల్పము 827, 828  
 ధన కే మీసాన్ 180  
 ధన ధృవములు 1222  
 ధన విద్యుత్తు 1280  
 ధన విద్యుదావేశము 1184  
 ధన నిగ్మా 181  
 ధనాంశాలు 72  
 ధనాగ్రము 1184  
 ధనావృక్ష హెలిసిటీ 168  
 ధనుర్వాసము 541, 542, 545, 570, 622, 718,  
 ధనుర్వాస నివారక ఔషధం 611  
 ధనుని-సిరలు 680  
 ధనునులు 514, 515: 517, 661, 725  
 ధయామిన్ 288  
 ధాతువులు 1185, 1187  
 ధాతు సాధన 1187  
 ధార్వాల్ 880, 871  
 ధార్వాల్ శిలలు 880, 851, 854, 855  
 ధృవతార 1005  
 ధృవదేశము 475  
 ధృవ ప్రాంతము 971; 987  
 ధృవ మండలము 827  
 ధృవము 972, 1008  
 ధృవణము 18, 182

ధృవ దేశము 475, 476  
 ధృవ నక్షత్రము 171  
 ధ్రువ ప్రాంతాలు 218  
 ధ్వని 185, 1288  
 ధ్వని తరంగములు 182, 185, 218, 808, 581,  
 1281, 1283, 1245, 1246, 1247, 1249  
 ధ్వని శాస్త్రము 18, 124  
 ధ్వని శోషణము 211, 218

న

నంగల్ 244  
 నంది తేవార్ 618  
 నకుల సహదేవులు 719  
 నకులుడు 719  
 నక్షత్రము 9, 153, 169, 170, 171, 178, 808,  
 484, 848, 995, 996, 997, 998, 1002,  
 1004, 1015, 1025, 1032, 1038, 1084,  
 1086, 1087, 1088, 1089, 1040, 1041,  
 1042, 1043, 1044, 1046-1051, 1054,  
 1056, 1057, 1064, 1068, 1069, 1071-1078,  
 1075, 1088  
 నక్షత్ర, అంతరాలభూతి 1049  
 నక్షత్ర అంతరాల పరార్థం 995  
 నక్షత్ర అంతరాల నాయువు 1049  
 నక్షత్ర అంతరాల రేఖలు 1059  
 నక్షత్ర గుచ్ఛము 1045, 1046, 1047, 1051  
 నక్షత్ర దూరం 1088  
 నక్షత్ర ద్రవ్యరాశి 1042  
 నక్షత్ర మండలం 82, 1032  
 నక్షత్ర రాశులు 1088  
 నక్షత్ర వర్ణమాల 998, 1040  
 నక్షత్రాల కేటాగోరి (వర్గీక) 12, 1084  
 నక్షత్రాల పరిణామము 1041  
 నక్షత్రాల పుట్టుక 1044  
 నక్షత్రాల ప్రకాశం 1084  
 నగర జనాభా 805, 806  
 నగర నిర్మాణము 1082  
 నగర పారిక సంస్థలు 1092

నగర ప్రాంతపు ఇంజనీరింగ్ 1085

నగరము 788, 801, 1107, 1108, 1114

నట్టివిక్రమానుగత రచన 118

నట్టలు 682, 698

నత్రజని 114, 154, 157, 78, 884, 947, 957,  
862, 869, 870, 890, 891, 405, 590, 748,  
987, 1000, 1001, 1019, 1079, 1264-1268,  
1268

నత్రజని ఎరువులు 240, 1265, 1267

నత్తి కాస్తు 268

నదీ ప్రవాహమున విద్యుత్కేంద్రము 1159

నదీ ప్రవాహ మల్పి ను విద్యుత్కేంద్రము 1159

నదియొక్క ప్రమక్షయ క్రియాశీలత 820

నదీ లోయలు 801

నదులు 458, 981, 1100

నమూనా 101, 126, 127, 129, 150, 151,  
201, 816, 1149, 1160

నరాల జబ్బులు 579

నర్మదా 827

నల్లొండ 828

నల్ల చూర్ణము 268

నల్ల పొరుడు 892

నల్ల మచ్చ తెగులు 758

నవీన భౌతిక శాస్త్రము 137

నవ్య క్యాటమ్ సిద్ధాంతము 140

నాగపూర్ 786, 1112

నాగరక కేంద్రాలు 801

నాగరక ప్రాంతము 808

నాగరక ప్రాంతాల మలభ వర్గీకరణ 802

నాగరక భూగోళ శాస్త్రము 801

నాగరకత 985, 988, 1093, 1120

నాగసా 804, 450

నాగకృష్ణ 761

నాగార్జున సాగర్ 1028, 1082, 1105,  
1157, 1161

నాగార్జునుడు 719

నాగాలాండ్ 825

నాటు వైద్యులు 576

నాడి కణాలు 892-894, 526, 569

నాడి కణకాయాలు 892

నాడి కణ బాలములు 591

నాడి కల్పిత సమన్వయము 892

నాడి గ్రంథిలోని కాగములు 646

నాడి గ్రంథులు 649

నాడి తంతి ప్రకారము 895

నాడి తంతులు 892, 893, 894, 527, 572

నాడి దండ నిర్మాణ వ్యవస్థ 895

నాడి దుర్బలత 581

నాడి ప్రసరణ వేగము 401

నాడి మండలము 898, 899, 418, 528,  
645, 725

నాడి మూలం 527

నాడి రోగాలు 550

నాడి విజ్ఞానము 721

నాడి విధానము 18, 19, 645

నాడి వేదన 589

నాడి వ్యవస్థ 892, 585, 598

నాడి సంధి 892, 893, 894

నాడులు 550

నాడెఫ్ లోహాలు 329

నాన్-ఫెర్రస్ లోహాలు 882

నాస్టా 1285

నానివై చీముగడ్డలు 878

నార పదార్థాలు 257

నారలు 26, 258

నారింజ 755

నారింజ పురుగు 755

నారి కురుపు 572

నార్మే 1161

నానిక కణ బాలాలు 444

నానికా చాపికా మ్లూతలు 444

నాలుక 636, 647, 729, 727

నాసా సంస్థ 1171, 1256, 1257, 1258

నాసిక ముక్కు 586

నాసికా కుశ్యం 581, 586

నాసికా గళిక 582, 587

నాసికా శంధ్రము 581, 580, 586, 587  
 నికెల్ 229, 281, 881, 871, 899, 908, 920,  
 1018, 1027, 1222  
 నికోటిక్ ఆమ్లము 288  
 నిక్షేపములు 873, 878  
 నిఘ వట్టికలు 69  
 నిజామాబాద్ 623, 821  
 నిత్యవ్య మాత్రాలు 182  
 నిత్య ప్రవచనములు 70  
 నిత్య క్యామల వృక్షములు 408  
 నిమ్మ 755  
 నియంత్రణ 4  
 నియంత్రణ పటాలు 117  
 నియంత్రక వరుస మార్పు 1176, 1177  
 నియమము 217  
 నియాన్ 15, 224, 208, 309, 1019  
 నియోకార్బైక్స్ 395  
 నిరంతర తరంగ జనిత రాదార్ 1234, 1235  
 నిరుద్యోగ సమస్య 785, 786  
 నిరోధక ఇంజనములు 541  
 నిరోధకము 155, 156, 159  
 నిరోధక శక్తి 498  
 నిరోధక సర్పిలాలు 281  
 నిరోధము 1198, 1194, 1195, 1220  
 నిర్జలీకరణము 310  
 నిర్దిష్ట విజ్ఞానము 2, 50  
 నిర్దిష్ట కరణము 1258  
 నిర్మిత్ గుట్టలు 822  
 నిర్మాణ ఇంజనీరింగు 1084, 1098, 1094, 1096  
 నిర్మాణము 217, 219, 219  
 నిర్మూలన సిద్ధాంతము 158  
 నిర్మాహిక గ్రంథులు 506, 843, 855  
 నిర్మితియ భూస్వరూప శాస్త్రము 819  
 నిలువ నీటి జలాశయ విద్యుత్కేంద్రములు 1180  
 నిలువు కంపనాలు 1118  
 నిలువు బాయిలరు 1126  
 నివేళ నిగ్గమ విశ్లేషణము 120  
 నిశిత విమర్శన 2

నిత్యము-(గణిత శాస్త్రంలో) 48  
 నిశ్చరక 48  
 నిష్, శే. పి. 416  
 నిష్కర్షణ 228, 229, 248  
 నిష్కాంతి 480  
 నిష్క్రియాశక్త వర్ధకులు 948  
 నిష్పత్తి 62  
 నీటి ఆవిరి 235, 961, 1019  
 నీటి గొట్టపు బాయిలర్లు 1125  
 నీటి పరివర ఆవరణ వ్యవస్థ 424  
 నీటి పారుదల 8, 786, 750, 781, 799, 1104,  
 1105, 1106, 1107  
 నీటి పారుదల విధానములు 1104  
 నీటి ప్రవాహములు 1008  
 నీటి వనరులు 744, 674, 956, 994, 1081,  
 1088  
 నీటి విషయమైన జమా ఖర్చు వర్ధతి 480  
 నీటి సంతృప్తము 389  
 నీటి సరఫరా 1110, 1112  
 నీటి సరఫరా వ్యవస్థ 1111  
 నీటి నియమాలు 2  
 నీయెన్ 187  
 నీరు 198, 218, 309, 310, 319, 322, 384,  
 385, 387, 389, 377, 388, 389, 392, 480,  
 485, 445, 455, 644, 671, 701, 742, 790,  
 796, 799, 884, 928, 959, 973, 990, 1002,  
 1110, 1113, 1115, 1122, 1126, 1127,  
 1128, 1135, 1157, 1163, 1165, 1168,  
 1171, 1198, 1200, 1266  
 నీలగిరి 422, 432  
 నీలలోహిత కిరణాలు 291  
 నీలలోహితపు కాంతి 459  
 నీలలోహిత వికిరణము 1048  
 నీలిమందు 261, 262, 268, 264  
 నులి పురుగు 845, 547, 624  
 నూతి పునాది 1091  
 నూనె 1274, 1275, 1276, 1277, 1278, 1279,  
 1281, 1282  
 నూనె గింజలు 754, 1279, 1280, 1281



- మానె తీయుట 1280  
 మానెలమి కుద్ది చేయుట 1281  
 మానెల సంక్రమణ 1279  
 మాలు-వడకుట 8  
 నెదరు లాండ్సు 1064  
 నెప్ట్యూన్ 309, 1015, 1023, 1024, 1078  
 నెప్రోటిక్ సిండ్రోమ్ 553  
 నెప్రోసిస్ 448  
 నెయ్యాల 174, 1045, 1047, 1048, 1049, 1055, 1063, 1067, 1069, 1070  
 నెలలు 8  
 నెల్లూరు 822, 823, 831, 832, 833, 889, 1027, 1172  
 నెహర్ 157  
 నేత్ర తంతు సంధి 580  
 నేత్ర ధమని 530  
 నేత్రనాడి 529, 580, 583, 647  
 నేత్ర మండలము 580  
 నేత్ర రోగాలు 531, 582  
 నేత్ర కారక వ్యవస్థల విజ్ఞానము 529  
 నేపాల్ 825  
 నేమాన్-వియర్స్ 108  
 నేల 319  
 నేల కాలవ్యం 979, 980  
 నేలకోత 749  
 నేలబొగ్గు 215, 245, 248, 250, 343, 389, 391, 1184, 1185, 1198  
 నేవనల్ కాంపుల్ 112  
 నైఋతి ఋతుపవనకాలం 962, 963  
 నైఋతి ఋతుపవనాలు 964, 974, 976, 989  
 నైట్రోకరణము 269  
 నైట్రోగ్లిసరిన్ 269, 269  
 నైట్రేటు శోషణ 369  
 నైట్రేటు 239, 240  
 నైట్రేషన్ 261  
 నైట్రోజన్ 197, 198, 220, 223, 238, 239, 241, 242, 250, 254, 267, 268, 270, 284, 308, 309, 322, 414  
 నైట్రోజన్ ఎరువులు 241  
 నైట్రో ఫాస్ఫేట్ 1269  
 నైతిక జ్ఞానము 30  
 నైనిటాట్ 826  
 నైలాక్ 24, 219, 256, 257, 264  
 నైస్ 851, 879  
 నైసిక్ శిలలు 850  
 నోబెల్ 269  
 నోబెల్ బహుమతి (బహుమానము) 121, 188, 276, 497, 1067, 1070  
 నోరు 636, 727  
 నౌకాయానము 184, 210  
 నౌకాశ్రయము 1084, 1085, 1109  
 న్యూక్లిక్ ఆమ్లము 287, 310, 312, 495  
 న్యూక్లిక్ ప్రావకములు 282  
 న్యూక్లియర్ ఆమ్లము (ఆసిడ్) 22, 255, 270, 304  
 న్యూక్లియర్ పవరు రియాక్టరు 154  
 న్యూక్లియర్ ప్రక్రియాశుభ ర్తనాలు 928  
 న్యూక్లియర్ బలములు 149, 150  
 న్యూక్లియర్ రియాక్టరులు 153  
 న్యూక్లియస్ 289, 301  
 న్యూక్లియిక్ ఆమ్లాలు 280  
 న్యూక్లియానులు 148, 149, 150, 151, 163  
 న్యూక్లియోకాపిడ్ 439  
 న్యూక్లియోపైడ్ 311, 312, 347, 349, 495  
 న్యూక్లియోలస్ 289  
 న్యూక్లిలాండ్ 294, 589, 686, 1156  
 న్యూటన్, సర్ ఐజాక్ 12, 17, 29, 49, 50, 132, 136, 145, 147, 148, 430, 493, 997, 1017, 1039  
 న్యూటన్ నిర్ణాంకాలు 35  
 న్యూటన్ 33, 125, 137, 149, 151, 152, 159, 161, 162, 171, 172, 173, 221, 986, 995, 1075, 1153, 1173, 1175, 1176, 1178, 1181  
 న్యూట్రాన్ ఉత్తేజ విశ్లేషణ 939  
 న్యూట్రాన్ వక్షత్రము 1070, 1071  
 న్యూట్రాన్ వర్షతులు 986, 988  
 న్యూట్రాన్-న్యూట్రాన్ వర్షతి 988

మ్యూట్రా 160, 162, 163, 165, 168  
 మ్యూమోనియా 275, 277, 321, 390, 391, 393  
 మ్యూయార్క్ 802, 978, 979, 1114, 1229  
 మ్యూరోస్టియా 646  
 మ్యూకోస్పోరా 489, 490, 498

ప

పంక్తికరణం 1110  
 పంచదార 1284, 1285  
 పంచదార తయారుచేయు విధానము 1282  
 పంచదార సాంకేతిక విజ్ఞానము 1282  
 పంచవర్ణ ప్రణాళిక 782, 789, 806  
 పంజాబ్ 248, 428, 668, 825, 1105, 1106  
 పంట కాలములు 1106  
 పంట తెగుక్కు 482  
 పంట మొక్కలను నాటుట 481  
 పంట దిగుబడి 800, 742, 744, 761, 855, 985  
 పంట దిగుబడి సూచిక 766  
 పంట పెరుగుదల 743  
 పంటల ఉత్పత్తి 741  
 పంటలకు అవసరమగు నీరు మరియు విద్యుచ్ఛక్తి 1228  
 పంటలకు నీరు  
 పంటల మార్పిడి 742, 757  
 పంటలు 428, 429, 432, 441, 445, 741, 744, 749, 750, 780, 784, 785, 980  
 పంట విత్తకాలము 741  
 పంట సాగుబడి సాంద్రత 766  
 పండ్ల రసములు 295  
 పండ్లు 883, 428, 440, 602, 614, 745, 754, 777, 779  
 పండి నీర్లల పెంపకము 702  
 పండి పిల్లలు 706  
 పండిరి అగ్ని 425  
 పండుల కాయ వ్యాధి 707  
 పండులకు ఋతుకాలము 704  
 పండులకు వచ్చు రోగాలు 705

పండుల గర్భ 706  
 పండుల పరిశ్రమ 708  
 పండుల పెంపకము 703, 774  
 పండుల మకూ వికము 706  
 పండులలో వివిధ జాతులు 708  
 పండులు 704, 705, 712  
 పక్షవాతము 299, 579, 584, 648, 649  
 పతుల వలసలు 492  
 పతులు 320, 321, 389, 390, 398, 406, 427, 481, 482, 483, 484, 843, 982, 990, 992, 994, 1030, 1118  
 పచ్చకామెర్ల జబ్బు 554, 556  
 పచ్చ పురుగు 58, 764  
 పచ్చి ఎరువులు 742  
 పచ్చిక బయళ్ళు 422  
 పటకారవాదా మార్గము 1166  
 పటములు 1086  
 పటలికా రాకులు 353  
 పట్టకము 132  
 పట్టణాలు 788, 801, 802, 806, 807, 980  
 పట్టిలు 818  
 పట్టు 254  
 పట్టు పురుగులు 751  
 పట్టు పురుగు వ్యాధి 20  
 పడినెము 686  
 పత జలి 719  
 పత్రము 408, 447  
 పత్ర రక్తధ్రాలు 878, 429  
 పత్ర రహితం 319  
 పత్రహారితం 314, 353, 356, 447  
 పరార్థ ధర్మాలు 217, 218, 219  
 పరార్థము 217  
 పరార్థ వర్గీకరణ 220  
 పప్పు ధాన్యములు 784  
 పయామేట్ 646  
 పంపతి 768, 769  
 పరవతి సంఘములు 768  
 పరపుడు పునాది 1090

పరమ శివుడు 618  
 పరమ శూన్య ఉష్ణోగ్రత 198, 199  
 పరమాణ్వంకము 1178  
 పరమాణు కణాలు 40  
 పరమాణు కేంద్రక దృష్టిపయాలు 21  
 పరమాణు కేంద్రక విద్యుదుత్పాదన 1155  
 పరమాణు కేంద్రము 148, 149, 150, 151, 152, 153, 172, 986  
 పరమాణు కేంద్రము యొక్క రచన 148  
 పరమాణు గడియారాలు 22, 184, 191, 193, 197  
 పరమాణు ద్రవ్యరాశి 149  
 పరమాణు నిర్మాణము 126, 171, 224  
 పరమాణు బాంబు 22, 304  
 పరమాణు భారం (అధిరోహణ క్రమం) 17, 221, 948  
 పరమాణు భార యూనిట్ 221  
 పరమాణు భౌతిక శాస్త్రము 302  
 పరమాణు రచన 180  
 పరమాణు రచనా సిద్ధాంతము 127  
 పరమాణు రశ్మి 291  
 పరమాణు వర్ణపటము 128  
 పరమాణు విచ్ఛిత్తి 22  
 పరమాణు విన్యాసాలు 224  
 పరమాణువు 4, 83, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 140, 141, 143, 159, 166, 171, 173, 175, 176, 177, 178, 182, 184, 196, 202, 218, 221, 223, 224, 225, 227, 229, 257, 267, 268, 291, 309, 364, 384, 1000, 1001, 1040, 1064, 1120, 1123, 1153, 1178, 1174, 1175, 1176, 1177, 1184, 1187, 1276  
 పరమాణువు అంకము 149  
 పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసము 222  
 పరమాణువుల వర్ణపటము 138  
 పరమాణు శక్తి 152  
 పరమాణు శాస్త్రజ్ఞులు 19

పరమాణు సంఖ్య 126, 176, 222, 987  
 పరమాణు సదిశ నమూనా 129  
 పరమాణు సిద్ధాంతము 221  
 పరస్పర వివర్తితాలు 101  
 పంస్పరాచ్ఛాదన 225  
 పరాగ సంపర్కము 260, 411, 416, 417  
 పరాజీవుల ఉనికిని తెలిపే వస్తువులు 842  
 పరాన్న జీవులు 438, 439, 518, 571, 691, 692  
 పరాన్న భుక్తు 275, 651, 705, 711, 712  
 పరామితియ పరీక్ష 108  
 పరారుణ తరంగాలు 175, 179  
 పరారుణము 133  
 పరావర్తన తరంగము 206, 930  
 పరావర్తన దూరదర్శిని 996, 998  
 పరావర్తన పద్ధతి 875  
 పరావర్తనము 136, 206, 230, 908, 929, 930, 932, 946, 1028, 1066, 1178, 1244, 1250, 1256  
 పరావర్తన రేడియో తరంగాలు 208, 213  
 పరావర్తన సూత్రము 13  
 పరాశ్రయీ జాడ్యములు 544  
 పరాశ్రయీ జీవశాస్త్రము 619  
 పరాసెల్ నెస్ 611  
 పరాశ్రయీ శాస్త్రము 623  
 పరికర్మ 115  
 పరికల్పన 97, 103, 104, 217, 221, 224, 267, 401, 466  
 పరిక్రియలు 79  
 పరిక్రియా పరిశోధన 120, 121, 122, 123  
 పరిగ్రహీత 208  
 పరిచయ 503  
 పరిణామము 19  
 పరిణామ వాదం 6, 1074, 1076  
 పరిశంకుక 487  
 పరిధియ నాడులు 669  
 పరిపుష్ప సావకాశము 664  
 పరిపూర్ణ సంఖ్యలు 74, 75  
 పరిమళ ద్రవ్యాలు 24

పరిమాణము 6, 82

పరిమాణాత్మక కాలములు 6

పరిమాణాత్మక లక్షణములు 845

పరివర్తకోష్ఠక జంతువులు 481

పరివర్తకము 210, 218

పరివర్తన చక్రం 817

పరివర్తన తరంగము 1249

పరివర్తన విధానము 1245

పరివర్తనీయ తేక పంపు జలాశయ విద్యుత్కేంద్రములు 1181

పరివర్తిత తరంగాలు 1247

పరివర్తిత వాహకము 1247

పరివర్తిత విస్తారకము 1247

పరిశ్రమలు 152, 154, 155, 296, 297, 299, 456, 501, 560, 788, 762, 786, 456, 948, 956, 978, 987, 988, 990, 991 994, 1081, 1118, 1114, 1180, 1221, 1224, 1226, 1255, 1265, 1282, 1289

పరిశీలనము 4, 126, 216

పరిశీలన కాళి 119

పరిశోధక కేంద్రము 115

పరిశోధన 125, 1282, 1282

పరిశోధన కాల 414

పరిసరములు 642, 649, 990

పరిసరాల కాలవ్యతిరేక విజ్ఞానము 977

పరి హృచ్చదపు వ్యాధులు 664

పరిహృత్ గుహ 664

పరిణాళి 108

పరిణా సాంఖ్యికము 104

పర్యతములు 1009, 1011

పర్యకాలకు వేళ్ళు 898

పర్వకలు 724

పర్షియా 612

పల్లెటూళ్ళు 980

పల్నారులు 1070

పల్న 1284, 1285

పల్న రాచార్ 1284

పవనములు 1124

పవన శక్తి 1147, 1150

పకు గ్రాసము 669 670

పకు చారణ 794, 795

పకు జాతులు 668

పకు ప్రసావకులు 497

పకు పోషక ఆహారము 669

పకు పోషణ 301, 771, 797

పకుపులకు కావలసిన గృహవసతులు 678

పకుపుల కొట్టాలు 678

పకుపుల దాదా 670

పకుపు నుడి సంక్రమించు వ్యాధులు 711

పకుపు రోగములు 714

పకుపు లో ఎడ 682

పకుపులో కష్టమైన కామపు 680

పకుపులు 102, 103, 106, 672, 678, 674, 675,

676, 677, 678, 679, 680, 681, 701, 704,

711, 718, 714, 7 8, 722, 723, 725, 728,

729, 748, 771, 772, 782

పకువైద్య చరిత్ర 714

పకువైద్యము 668, 714, 715, 7 6, 717, 718

పకువైద్య కాస్త్రము 718, 719

పకు వ్యాధులు 674 711

పశ్చిమ అట్లై లియా 671

పశ్చిమ జర్మనీ 1188

పశ్చిమ బెంగాల్ 229, 245, 451, 825, 852,

859, 968

పసిఫిక్ మహాసముద్రము 975, 998

పశ్చిమాహా 761

పశ్చు 582

పాంక్రియాటిన్ 296

పాండురోగం 691

పాకిస్తాన్ 825

పాక్షి సమావృతకోష్ఠ పద్ధతి 59

పాక్షి సూర్యగ్రహణాన్ని ఎలా చూడాలి 1080

సాఖాల్ హరిహర - 89

సాచికలు 101

పాజిట్రాన్ 156, 158, 171, 172, 173, 174  
 పాట్ 668  
 పాట్ ప్రక్రియ 668  
 పాట్నా 802  
 పాడిజాతి పశువులు 668  
 పాడిపరిశ్రమ 672  
 పాడి పశువుల గృహములు 672  
 పాడి పశువుల పోషణ 772  
 పాతాళ శిలలు 837  
 పాత్రలు 7  
 పాదరఃము 204, 228, 611, 884, 1221  
 పాన్ జనిసిన్ సిద్ధాంతము 465  
 పాన్ స్పెర్మియా 808  
 పాను 345, 647  
 పాపి తొండలు 8 8  
 పామాక్విన్ 276  
 పాయి. కేర్ 65  
 పాయిజాన్ విభజనము 117  
 పాయిజెల్లీ 12  
 పారడాక్సులు 46, 1088  
 పారలాక్టికు చలనం 1087  
 పార విద్యుత్తికములు 1186, 1195, 1209  
 పారాథైరాయిడ్ గ్రంథులు 508  
 పారా మాగ్నెటిక్ సెప్టబుటిటీ 201  
 పారా సెల్సన్ 15  
 పారిటీ 166, 167, 174  
 పారిటీ నివృత్త సూత్రం 166  
 పారిక్రామిక ప్రాంతాలు 808  
 పారిక్రామిక యుగము 29  
 పారిక్రామిక రంగము 98, 298, 784, 804, 888  
 పారిక్రామిక విస్తరణ 788  
 పారిక్రామిక వేగము 122  
 పారిక్రామిక వ్యర్థోత్పాదకములు 9 8  
 పారిక్రామిక సంస్థ 1085  
 పారిక్రామిక సర్వే 12  
 పారిక్రామికాభివృద్ధి 1088, 1108  
 పారిక్రామికీకరణ 802  
 పారిక్రామికోత్పత్తి 1148  
 పారిక్రామికోత్పత్తి పద్ధతులు 1146

పారిస్ 156, 1008  
 పార్కిన్ సన్ జాడ్యం 568  
 పార్కిన్ పోనిజమ్ 6 9  
 పార్సి క్యులేట్ రేడియేషన్ 492  
 పార్కి ఇన్ ఫ్రెక్వెన్ 49  
 పార్ ఘాట్ 827  
 పాల ఉత్పత్తి 691, 771  
 పాలకావ్యము 720  
 పాల పశువు 582  
 పాలపుంత 159, 169, 995, 1045, 1046, 1047,  
 1048, 1050, 1054, 1059, 1062, 1063,  
 1065, 1066, 1068, 1072  
 పాలపుంత కేంద్రము 1047  
 పాలపుంత యొక్క ప్రభుత్వము 1051  
 పాలి ఎస్టర్లు 256  
 పాలి ఎస్టర్ పాలిమిర్ 256  
 పాలిటిన్ క్రోమోజోమ్లు 850  
 పాలిమిర్ 26, 252  
 పాలిమెరైజేషన్ 252, 255, 253  
 పాలి కార్బిక్ 404  
 పాలిథీన్ 255  
 పాలి సోమ్లు 486  
 పాలు డ్రైన్ 276  
 పాలు పితకడం 778  
 పావెల్ 158  
 పావోలో ఉన్నెల్లా 60, 61  
 పాశ్చర్ 299  
 పాపాణము 10  
 పాస్కల్ 12, 49, 99  
 పాస్ట్రాన్ 142, 162  
 పాస్ట్రాన్ సిద్ధాంతము 142  
 పింక్ 1022  
 పింగాణి సామానులు 1270, 1272  
 పిండకోశము 410, 411, 416  
 పిండము 409, 411, 412, 418, 416, 417, 600,  
 601  
 పిండాభివృద్ధి 18  
 పిండి పదార్థం 288, 278, 381, 405, 547, 554,  
 607, 614, 671, 696, 702, 777

పిండోత్పత్తి 12, 74, 409, 418, 419, 420,  
607, 881

పిండోత్పత్తి కాలము 409, 418

పిచ్చి 712

పిచ్చికుక్క కాటు 611

పిట్యూటరీ గ్రంథి 605, 608

పిడుగు చెబ్బ 1205

పిడుగుల నుండి రక్షణ 1205

పితృళయము 521, 524, 596

పితృళయ రోగాలు 592

పిస్సార్డ్ 205

పియర్స్ 108

పియరీ డె ఫెర్మా 60

పియర్రీ 892

పింమిడు (ఈజిప్టు) 68, 610, 1082

పిరిడాక్సిన్ 616

పిల్లల మైద్యులు 589

పిల్లల వ్యాధులు 589

పిష్టికా గహ్వరం 588

పిసా (పటవాలు గోపురం) 12, 1082, 1090

పిట్ 246

పిటర్ కపిట్టా 198

పిటర్ చాంబర్లెన్ 611

పీడన ప్రవాహ సిద్ధాంతము 372, 378

పీడనం 528, 820, 840, 955, 1274

పీడన యంత్రము 1288

పీతకము 420

పీనియర్ గ్రంథి 508

పిరోడెల్లా ప్రాన్ సెస్కా 59, 60

పుంజ వార్డు - మేనుములు 852

పుంస్త్రవోపము 659

పుట్టకురుపు (కాన్సర్) వ్యాధి 154, 515, 588,  
556, 557, 564, 585, 599, 604, 684, 650

పుట్టుకతో వచ్చే రోగాలు 447, 449, 450

పుట్టుమచ్చ 686

పురుచ్చేరి 825, 1082

పునరావృత్తము 2, 4

పునరుజ్జీవనం 611

పునరుత్పత్తి 807, 812, 818, 821, 880, 882,  
883, 888, 842, 849, 855, 404, 417, 461,  
485, 486, 471, 478, 564, 604, 608

పునరుత్పత్తి విధానము 460

పునరుత్పాదన వలయాలు 281

పునశ్చరణ 4

పునస్సంయోజనము 326, 327

పునాది కల్పన 1084

పునాది కాలము 1090, 1091

పుపునధమని 511, 681

పుష్పసహాహులు 661

పుష్పస సంశోచనము 666

పుప్పాడి పరాగ నాళం 418

పుప్పాడి రేణువు 411, 418, 418

పురా ఆయస్కాంత శస్త్రము 901

పురాతన కాలము 1086

పురాణ అస్థి శోఫ 576

పురాణ పరిహృత్ ఉత్సర్గదము 664

పురాణ చంద్రధ్వజ పరిహృత్ చానము 664

పురీష నాళము 521, 725, 727

పురుగులు 26, 751, 752, 774

పురుష జనావయవములు 606

పురుష వీజకణము 334, 386, 840

పురుష వీజ కేంద్రకము 385

పురుష వీజము 307, 600, 606, 607

పురుష సంయోగ వీజము 410, 418, 418

పురుషాంగము 725

పుర్రె 526, 582, 587, 722, 728

పులికాట్ 828

పులికాట్ సరస్సు 822, 893

పుష్ప ఉత్తేజకం 386

పుష్పాలు 376, 378, 386, 387

పుష్పోత్పత్తి 881

పూడే 803, 804

పూసా 734

పూర్ణాంక క్వాంటం సంఖ్య 181

పూర్ణాంక గుణకము 127  
 పూయజన్య అస్థి శోభ 576  
 పూయజనిక గ్రంథిత 577  
 పూర్వ ఉత్పత్తి వర్తనము 490  
 పూర్వ ప్రవీడిత కాంక్రిటు 1095, 1096, 1098, 1099  
 పూర్వ రూపధారణ సిద్ధాంతము 468  
 పృథక్ కరణ 880, 882  
 పృథక్ కరణ విధానాలు 881, 882  
 పెంటా ఎక్స్ ట్రిటాల్ నైట్రేట్ 269  
 పెండుగలం 874  
 పెంపుడు జంతువులు 677, 721, 722  
 పెకింగ్ 802  
 పెట్టుబడి 767, 768, 770, 786  
 పెట్రోలియము 215, 219, 245, 250, 252, 289, 790, 791, 881, 845, 858, 859, 869, 891, 98, 1151, 1164, 1165, 1265, 1280  
 పెట్రోలియం 8 పై నది 268  
 పెట్రోలు 252, 856, 860, 890, 998, 1114, 1119, 1184, 1185  
 పెడిమేన్ 820  
 పెద్దక్రోమోజోములు 841  
 పెద్దతొటలు 745, 747  
 పెద్ద ప్రేగులు 509, 519, 521, 528, 546, 590, 628, 636, 727, 728  
 పెద్ద విన్నాంక స్థానము 7  
 పెద్దమెదడు 586, 645, 646, 648  
 పెద్ద రోగము 691,  
 పెన్న 828  
 పెన్సిల్ 22, 30, 155, 278, 441, 461, 551, 570, 571, 62, 663, 678  
 పెన్సిల్ 820, 822  
 పెన్నా 881  
 పెప్పిన్ 19 296,  
 పెప్టోన్ 17  
 పెంటాటెన్ పెంపకం 747  
 పెరాథియాన్ 801  
 పెరుగుదల వ్యాధులు 578  
 పెర్మిన్ 219

పెల్ గ్రా 616  
 పెసర 757, 780  
 పెప్టి నైడ్స్ 299, 300  
 పేగుకుగుపుల పురుగు 692  
 పేగులు 558  
 పేజ్ 1281  
 పేరియాటోయిక్ మహాయుగం 851  
 పేలు 652  
 పేళలు 502  
 పేళి విజ్ఞానము 721-  
 పేషణ యంత్రము 1140, 1141  
 పేనిజనిత కండర కణాలు 898  
 పై ఆన్ 182, 185  
 పై తర్జిసము 524, 555  
 పై తర్జి సంచి 641  
 పై థాగరన్ 9, 61  
 పై మీసానులు 1072  
 పై రిక్రిన్ 28  
 పై రాక్స్ గాజు 287  
 పైర్లు 784  
 పొంగు 628  
 పొగాకు 785, 758, 759, 784, 1104, 1228  
 పొగాకు లద్దెపురుగు 751  
 పొగ గొట్టము 1169  
 పొగమల్ల 759  
 పొటాష్ 1284  
 పొటాసియము 114, 229, 232, 238, 242, 248, 279, 308, 370, 414, 616, 617, 845, 865, 871, 911, 984, 944  
 పొటాషియం ఆక్సైడు 239  
 పొటాషియం నైట్రేటు 248, 268  
 పొటాషియమ్ బ్రోమైడ్ 228  
 పొటాషియం సల్ఫేటు 239, 248  
 పొటాషియం ఎరువులు 242, 243  
 పొటాషియం క్లోరైడు 239, 248, 399  
 పొడవ్యాధి 598  
 పొత్తికడుపు 592, 598  
 పొత్తికడుపులోని ఇండ్రయాలు 18  
 పొడుగు 778

పొదుగుచమ్మల గాయములు 679

పొదుగువాపు 778

పొలిమరీకరణము 248, 252

పొలుసు పురుగు 754

పొలెస్సి సంఖ్య 273

పొత ఇసుక 229

పొంపొయు పద్ధతి 1143

పొయిజన్ 16

పొద్దులాండ్ సిమెంట్ 1273

పొంపరం 828

పొలీ ఎమెనో ఆప్లుము 311

పొలీ గోసమ్ డ్రై వారికేటమ్ 410

పొలీగోసమ్ రకము 411

పొలియో 542

పొలియో చుక్కలు 546

పొలియో మైలె టిస్ 649

పోవెల్ 168

పోషక గ్రంథి 506, 507, 655, 656, 659

పోషక నాళాలు 365, 370, 371, 378

పోషక పదార్థాలు 121, 273, 296, 301, 377, 378, 404, 406, 407, 412, 448, 449, 478, 479, 490, 618, 687, 780, 978

పోషకాహారము 618

పోషణలోపం 778

పోసాలతీ 584

పొసా పువ్వుము 127, 128, 129, 132, 133, 176, 178, 179, 182, 183, 184, 192, 193, 194, 195, 196, 206, 207, 210, 218, 327, 345, 488, 490, 493, 688, 689, 903, 925, 926, 945, 946, 1058, 1059, 1068, 1084, 1116, 1192, 1194, 1195, 1232, 1233, 1235, 1236, 1237, 1240, 1242, 1244, 1245, 1246, 1248, 1249, 1250, 1257, 1258, 1260, 1261

పొసాపువ్వు ఫేదీకరణ 1237

పొసాపువ్వు ఫేదీకరణ గ్రాహకము 1241

పొసాపువ్వు ఫేదీకరణ రాదార్ 1234

పొద్దు మి 1007

పొలీ 129

పొలీ వర్ణ సూత్రము 142

ప్లాటేన్లు 232

ప్లాలో సయినిస్ రంగులు 263

ప్రక్క పెముకలు 728

ప్రకాండము 405

ప్రకాశం జిల్లా 833, 844

ప్రకాశంబరాహు 1099

ప్రకిర్యాలు 442

ప్రకిర్యాపారము 416

ప్రకృతి 451, 452, 455, 457, 581, 789, 794, 799, 821, 836, 933, 982, 984, 985, 990, 1081, 1115, 1147, 1175, 1176, 1285, 1286

ప్రకృతి వరణము 325, 327, 328, 404

ప్రకృతి వరణ సిద్ధాంతం 318

ప్రకృతినంపద సంరక్షణ 456

ప్రక్షి ప్ర జ్యోమితి 59

ప్రక్షపాలు 812, 814

ప్రజనన పద్ధతి 412

ప్రజననము 466

ప్రజాజన్య యంత్రాంగము 304

ప్రజాతులు 332, 440, 422, 446

ప్రజారోగ్యరంగం 293

ప్రజారోగ్య శాఖ 645

ప్రజారోగ్య శాస్త్రము 1109

ప్రజా సంస్కృతి 80

ప్రజాశిక్షలు 108, 122, 1085

ప్రజాశిక్షా యోచన 121

ప్రజాశిక్షా వ్యాకోచము 660, 661

వక్ర హరిక 486

ప్రత్యామ్నాయ పరికల్పన 108

ప్రత్యామ్నాయ సూత్రము 763

ప్రతికార సామర్థ్యము 402

ప్రతికృతి 334, 346, 373, 497

ప్రతిక్రియ 1170

ప్రతిక్రియా జనకము 1155

ప్రతిచర్య 238, 285, 577

ప్రతిజనకాలు 559, 591



ప్రతి జీవము 489, 490, 612  
 ప్రతిద్రవ్యము 172, 173, 174  
 ప్రతిధ్వని 211, 213  
 ప్రతిధ్వని తరంగాలు 208  
 ప్రతి ఫలనము 908  
 ప్రతి రక్షణాలు 559  
 ప్రతిరూప గ్రహణ అంతరము 110  
 ప్రతిరూప గ్రహణ దోషాలు 111  
 ప్రతిరూప గ్రహణ పద్ధతులు 108, 109, 110  
 ప్రతిరూప గ్రహణ ప్రక్రియ 97  
 ప్రతిరూప గ్రహణము 109, 112  
 ప్రతిరూప పరిశీలన 118  
 ప్రతిరూపము 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 118, 119  
 ప్రతిరూప విభజనము 103  
 ప్రతి రోధము 1195  
 ప్రతిలిఖనము 420  
 ప్రతి వర్తన 393, 394, 398  
 ప్రతి వర్తనా చాపములు 395  
 ప్రతి పస్తువులు 544  
 ప్రతి వ్యతిరేక్త బిందువులు 87  
 ప్రతి పర్వన 50  
 ప్రతిస్థాపనము 491, 664  
 ప్రతి 734, 754, 753, 782, 783, 784, 1104  
 ప్రతిగింజల మానె 670  
 ప్రతిపంట 154  
 ప్రతికృతి యోగము 401  
 ప్రతికృతియోగ దశాంతరము 400  
 ప్రత్యేకీ కరణము 338  
 ప్రథమ చికిత్స 501, 502, 504, 575  
 ప్రథమ సంగ్రహణము 1252  
 ప్రధాన సంఖ్య 57  
 ప్రధానాంక త్రయాలు 73  
 ప్రధానాంక ద్వయాలు 73  
 ప్రధానాంకాలు 72, 73  
 ప్రధాన చాపాలు 855  
 ప్రపంచం 792, 793, 807, 812, 820, 865, 975  
 ప్రపంచంలోని కొన్ని ముఖ్యమైన వంతెనలు 1099  
 ప్రపంచ ఆరోగ్య సంస్థ 711

ప్రపంచ వాతావరణం 759  
 ప్రపంచ వాతావరణ సంస్థ 951  
 ప్రపంచ సంగ్రహావంతరం 985  
 ప్రబలీకృత సిమెంట్ కాంక్రీటు 238  
 ప్రభాసిని 505  
 ప్రభుత్వము 108  
 ప్రమాణ ఆహారము 121  
 ప్రమాణ ప్లవకముల వల 988  
 ప్రమాదకర రక్త హీనత 559  
 ప్రమేయము 102, 121, 140, 141, 144  
 ప్రమేయ వాదము 52  
 ప్రమేయ విశ్లేషణము 52  
 ప్రయోగ 802  
 ప్రయోగకాల-దూరము 907  
 ప్రయోగకాల-దూర రేఖలు 905, 908  
 ప్రయోగకాల-రేఖలు 902  
 ప్రయుక్త గణితము 58  
 ప్రయోగ నిబద్ధత 27  
 ప్రయోగ ఫలితము 100, 101  
 ప్రయోగము 3, 5, 114, 126, 127, 137, 276, 293, 295  
 ప్రయోగ రచన 97  
 ప్రయోగకాల 115, 125, 868, 997  
 ప్రరోచిత ప్రతిరోధము 1194, 1195, 1198  
 ప్రవాహ విద్యుత్ 1147, 1183, 1184  
 ప్రవాహాల ప్రధాన ధర్మాలు 1101  
 ప్రసక్త మోచనోషదాలు 1288  
 ప్రసరణ లోపాలు 568  
 ప్రసవం 802  
 ప్రసారకము 299, 1233  
 ప్రసార గ్రాహక విభావము 1249  
 ప్రసార తరంగ పానాభున్యము 207  
 ప్రసార తరంగము 206  
 ప్రసార విభావాలు 1250  
 ప్రసాండి 213  
 ప్రసావనము 498  
 ప్రసూతి శ్రావణము 611  
 ప్రసేకము 525

ప్రాక్ కేబ్రియన్ 871, 872  
 ప్రాక్ కేబ్రియన్ మహాయుగము 851  
 ప్రాక్ కేబ్రియన్ వ్యవస్థ 800  
 ప్రాకృతిక ఉద్భావములు 748  
 ప్రాకృతి కాహారం 781  
 ప్రాకృతిక 7  
 ప్రాగు క్తం 32  
 ప్రాచీన క్యాంటమ్ సిద్ధాంతము 189, 140, 141  
 ప్రాశస్త్య 1093, 1104, 1105  
 పాక్షికవాక వైద్య విజ్ఞానం 627  
 ప్రాణవాయువు 246, 511, 512, 513, 741, 742, 973, 991, 992, 994, 1000, 1169, 1178  
 ప్రాణిపదకలు 27  
 ప్రాణిపదక పరికల్పన 103, 104, 105, 108  
 ప్రాథమిక కణాల ధర్మాలు 125, 159, 160, 162, 163, 167, 171  
 ప్రాథమిక కుంచనము 887  
 ప్రాథమిక ప్రమాణము 128  
 ప్రాథమిక ప్రాతి పదిక 107, 108  
 ప్రాదేశిక అసంగతి 947  
 ప్రాదేశిక క్యాంటికరణము 129  
 ప్రాదేశిక సంబంధాలు 59  
 ప్రాముఖ్యము 404  
 ప్రావారిం 870, 871, 902, 911, 912, 918  
 ప్రాలంబక ఆధితవ్యక 631  
 ప్రెస్సిపియా (న్యూటన్ ప్రాసిపది) 49  
 ప్రీ-కేంబ్రియన్ లు 880  
 ప్రీస్టి 1168  
 ప్రేక్షితములు 98  
 ప్రేగులలో ఆటంకాలు 592  
 ప్రేగులు 509  
 ప్రేగెల్ నది 54  
 ప్రేంక నాడులు 723  
 ప్రేంకము 186, 186  
 ప్రేరణ 218, 319, 393, 394, 580  
 ప్రేరణ ప్రసరణ 395  
 ప్రేత ధృవణ పద్ధతి 921, 923

ప్రేరేపిత ఉత్పత్తి వర్తనాలు 491  
 ప్రేలుడు వక్షత్రములు 1069  
 ప్రేలుడు పదార్థాలు 25, 266, 237, 268  
 ప్రేలుడు సిద్ధాంతము 158  
 ప్రేలే పూర్ణ 269  
 ప్రేషము 1170  
 ప్రాకేరియోటిక్ కణములు 851  
 ప్రొటిను 19, 22, 778, 779  
 ప్రొటోజోవాలు 354  
 ప్రొఫెసరు మిల్స్ 1062  
 ప్రొఫెసరు స్వరూపు 972  
 ప్రొఫెస్సర్ రోస్ 407, 808  
 ప్రొటాను 88, 95, 120, 146, 149, 151, 152, 153, 159, 161, 167, 168, 171, 172, 178, 221, 222, 408, 1063, 1075, 1153, 1173, 1175  
 ప్రొటిస్టా 813, 815  
 ప్రొటిన్ 27, 268, 270, 271, 272, 275, 280, 282, 283, 284, 287, 295, 306, 310, 322, 335, 343, 350, 352, 363, 365, 367, 380, 383, 387, 370, 380, 399, 405, 408, 438, 439, 446, 602, 613, 614, 785, 793  
 ప్రొటిను ఆమ్లములు 780  
 ప్రొటిను లోపము 814  
 ప్రొటిన్ శృంఖలాలు 291  
 ప్రొటిన్ సంయోజనం 291  
 ప్రొటోజోవా 275, 313, 315, 322, 351  
 ప్రొటోప్లామ్ 18  
 ప్రొటోప్లాస్ట్ 404  
 ప్రొటో రోజోయిక్ యుగం 850  
 ప్లాంక్ 139, 143  
 ప్లాంక్ సిద్ధాంతము 128  
 ప్లాంక్ స్థిరాంకము 184, 189, 175  
 ప్లాంకు గుణకము 187  
 ప్లాంటేషన్ 745  
 ప్లాటినం 280  
 ప్లాను 813, 1086

ఫ్లాష్ లైట్ ఫారిన్ 1274  
 ఫ్లాష్ 24  
 ఫ్లాష్ \* ప్రచురిత (పర్లర్) 450, 589, 590  
 ఫ్లాష్ కులు 253  
 ఫ్లాష్ లు 823, 850  
 ఫ్లాష్ జన్మపు 849  
 ఫ్లాష్ 849  
 ఫ్లాష్ పాఠ 852, 853, 856, 874  
 ఫ్లాష్ ఫిలి 153  
 ఫ్లాష్ 51  
 ఫ్లాష్ 509, 524, 558, 557, 568, 559  
 ఫ్లాష్ వ్యాధి 557  
 ఫ్లాష్ 781, 1015, 1016, 1078  
 ఫ్లాష్ గ్రహము 124, 153  
 ఫ్లాష్ నియము 152, 153, 1178, 1181  
 ఫ్లాష్ నేటి 17  
 ఫ్లాష్ 840  
 ఫ్లాష్ హిమానీవదము 818

ఫ

ఫంగస్ 571  
 ఫర్వత్ జీన్ 717  
 ఫర్మా 49  
 ఫలదీకరణ చర్య 409  
 ఫలదీకరణము 338, 343, 380, 411, 412, 416,  
 418, 467, 471, 472, 478, 480  
 ఫలము 385, 378, 381, 403, 407, 418, 418,  
 427  
 ఫాంట్ హాన్ 17  
 ఫాన్స్ యన్ 810  
 ఫాటీ ఆమ్లముల పట్టిక 1278  
 ఫాటీ ఆమ్లములు 854, 1275, 1277, 1278, 1281  
 ఫాన్స్ లిన్ 15  
 ఫారడే 188, 1188

ఫారన్ హీట్ 198  
 ఫార్మోపియా 1289  
 ఫార్మూటెక్స్ 534  
 ఫాలాట్ 888  
 ఫాలాట్ జాడ్య చతుష్టయము 885, 886  
 ఫాలోపియన్ 811  
 ఫాస్ఫరస్ 188, 220, 308, 407, 414, 814  
 ఫాస్ఫేట్ స్లాగ్ 242  
 ఫాస్ఫేటు 24, 289  
 విజియాలజీ 827  
 ఫిట్ జిరాబు 144  
 ఫినాల్ - ఫార్మాల్డి హైడ్ 28  
 ఫినైల్ 20  
 ఫినైల్ కటోమారియా 448  
 ఫిబనాక్ 47  
 ఫిలడెల్ఫియా 802  
 ఫిలిప్స్ 14, 1281  
 ఫిలిప్స్ 975  
 ఫిల్మ్ ప్రాజెక్టరు 87  
 ఫిషర్ 100, 109  
 ఫిషర్ - ట్రాప్స్ సంక్షేపణ 252  
 ఫిల్ట్రేషన్ కర్మ 180  
 ఫెన్నెమ్ 875  
 ఫ్రాన్స్ 1190  
 ఫెర్నెజా 817  
 ఫెర్రస్ లోహాలు 832  
 ఫెర్మా 77, 99  
 ఫెర్మా ఊహా సిద్ధాంతము 72  
 ఫెర్మా తుది సిద్ధాంతము 76  
 ఫెర్మా సంఖ్యలు 72, 74  
 ఫెర్మి 182  
 ఫెర్మి - డిరాక్ సాంఖ్యిక శాస్త్రము 201  
 ఫెర్మి-చేషన్ 295  
 ఫెల్ స్థాయిలు 835, 886  
 ఫెహంన్ హీట్ 14 (చూ. ఫారన్ హీట్)  
 ఫెడ్ 1245, 1246

ఫేడింగ్ 1250  
 ఫేంజీ 18, 1183  
 ఫ్రెటోక్రోమ్ 885, 415  
 ఫ్రెటో హార్మోన్లు 878, 879  
 ఫ్రెనో ఫ్రెటా 817, 818  
 ఫ్రెంట్ 421, 423  
 ఫ్రెలేయా 587  
 ఫ్రెలేయాసిస్ 571, 624  
 ఫోటాన్ 187, 188, 189, 159, 180, 182, 185,  
 186, 188, 175, 176, 178  
 ఫోటో ఎలక్ట్రిసిటీ 1158  
 ఫోటోగ్రఫీ 25, 179  
 ఫోటోగ్రాఫు రేర్వే 1087  
 ఫోటో వోల్టాయిక్ సూత్రము 89  
 ఫోటో సింతసిస్ 298  
 ఫోనాన్ 205  
 ఫోయర్ విశ్లేషణము 140  
 ఫోర్డు ఫా డేమను 787  
 ఫోర్డు మోటారు సంస్థ 1188  
 ఫోలిక్ ఆసిడ్ 238, 559, 502  
 ఫోలి 141  
 ఫ్యూమిగేషన్ పద్ధతి 295  
 ఫ్రాక్టిన్ 1108  
 ఫ్రాన్స్ 206, 808, 1056, 1183, 1256  
 ఫ్రాన్స్ హాఫర్ 188, 1089, 1040  
 ఫ్రాష్ 20  
 ఫ్రీక్డ్రయింగ్ 294  
 ఫ్రూట్ ఫ్రై 488, 487  
 ఫ్రెన్నెల్ 18  
 ఫ్లాష్ లైట్ 15  
 ఫ్లాష్ లైట్ 620  
 ఫ్లాష్ లైట్లు 386  
 ఫ్లెక్స్ గ్లాస్ 258  
 ఫ్లెమ్మీడు 10:4  
 ఫ్లెమింగ్, అలెగ్జాండరు 22, 30, 1228, 1259  
 ఫ్లెమింగ్, చైన్ 25  
 ఫ్లెమింగు రక్షిత హస్త నియమము 1188, 1190  
 ఫ్లోంట్ 220, 617

బ

బంకమన్ను 282, 283  
 బంగారము 228, 230, 824, 834, 858, 865,  
 871, 1018  
 బంగారాభావము 821, 822, 825, 828, 867,  
 868, 890, 950, 968  
 బంగారాదుంప 445  
 బంగ్లాదేశ్ 825  
 బంధములు 200, 202, 205  
 బంధనశక్తి 202  
 బంధము 225, 267, 268  
 బటాని మొక్కలు 244  
 బట్టలకు రంగువేయటము 264  
 బట్టలమీద ముద్రణ 265  
 బట్టీ లో నాడు ఇటుకలు 1270, 1271  
 బతాయి 755  
 బరనికలు 751  
 బరీనాథ్ 826  
 బరలి RNA 891  
 బర్రీపురుగులు 692, 698  
 బద్ధస్థితులు 50  
 బయోర్డ్ 1:6  
 బర్మలి 99  
 బర్మా 774, 825  
 బలరేఖా మాన చిత్రము 915  
 బలరేఖలు 15  
 బక్కాబాతి గొట్టెలు 884  
 బహార్త్ 887, 888, 879, 911, 928  
 బహార్త్ లావా సంప్రదాలు 852  
 బహార్త్ శిలలు 852  
 బహిష్కరణ ప్రక్రియ 668  
 బహిర్గత తత్వము 469  
 బహిర్గత లక్షణము 844  
 బహిర్గత సమాచారము 1258  
 బహిర్గత వరణము 849  
 బహిష్కరణ 888  
 బహిష్టు 605, 608

బహు జన్మవులు 348  
 బహుళ తీర్థి 2, 382, 394, 395, 392, 408,  
 471, 472  
 బహుళాశ్వ మొక్కలు 383  
 బహుళంతుక 487  
 బహుపిండి 412  
 బహుళ ప్రతిహత యోజనలు 119  
 బహు వింధాలు 225  
 బహుళాశ్వ అణువులు 248  
 బహుళ నాడి వ్యాధి 350  
 బహువార్షిక గుల్మములు 403  
 బహువిషయిక సర్వే 112  
 బహుళ సమిష్టి 104  
 బహుళాశ్వ సహకార సములు 768  
 బహుళాశ్వ సాధక నడిలోయ ప్రాజెక్టులు 1104,  
 1105  
 బాంజేపా 869 920  
 బాక్ గ్రాండ్ 933  
 బాక్టీరియమ్ 277, 73, 280, 37, 18, 315,  
 358, 41 48, 438 440, 44, 458  
 బాక్టీరియా 276, 279 280, 289, 291, 299,  
 29, 299, 322, 340, 351, 35, 489, 493,  
 495, 544, 511, 982, 992, 993  
 బాక్టీరియాలజీ 20  
 బాక్టెరియా 8, 8, 859  
 బాగ్గాడ్ 612  
 బాటరి 1480  
 బాడి 80  
 బాతుపిల్లలు 707, 709  
 బాతులకు ఇచ్చే ఆహారము 710  
 బాతులకు గృహవసతులు 709  
 బాతులకువచ్చు రోగములు 710  
 బాతుల జాతులు 708  
 బాతుల పరిశ్రమ 717  
 బాతుల పెంపకము 707  
 బాతులు 707, 708, 710  
 బాధానివారక నిద్రక ఔషధాలు 587  
 బావట్ల 739

బాబ్ బాక్ బాయిలర్ 1126  
 బాబిలోయన్ గణకశాస్త్రము 44  
 బాబిలోనియములు 488  
 బాబిలోనియా 8, 719  
 బాయ్ 1022  
 బాయరు రేఖలు 1063  
 బాయిలరు 1125, 1126, 1127, 1128, 1129,  
 1130, 1167, 1168, 1170  
 బార్బరు స్క్విప్ పద్ధతి 750  
 బార్బిట 205, 1228  
 బాలహూట్ పర్యవేక్షక వరస 822  
 బాప్టోస్మోస 1125  
 బాప్టోస్మోస పదార్థాలు 248  
 బాప్టి భవనము 426, 429, 955, 961, 973, 974  
 బాప్టి భవనోష్ణము 365  
 బాప్టిస్మోస్ 366, 368, 378, 405  
 బాసర 823  
 బాసిల్స్ 436  
 బాప్టిస్మోసము 592  
 బాప్టిస్మోసము 409, 410  
 బాప్టిస్మోసము 385  
 బాప్టిస్మోసము లేక ప్రభాసిని 351  
 బాప్టిస్మోసము 847  
 బాప్టిస్మోస శ్రవణ కుంఠ 580  
 బిందురూప చిహ్నాలు 814  
 బిందువుల చర్చ 59  
 బిందువులు బ్యామిలిలో, 64  
 బిందువులు 99  
 బింబ ప్రతిబింబ కల్పనలు 59  
 బి విసాండు 721  
 బిటుమినస్ 248  
 బిడ్డల్స్ 373  
 బిటుములు 1009, 1010, 1012, 1026  
 బిజక బాలు 897, 401  
 బిజకోము 485  
 బిజగణితము (ఆధునిక) 79  
 బిజగణితము (ప్రాచీన) 42, 47, 50, 72  
 బిజగ్రంథి 600, 605, 606

వీజ ద్రవ్యము 401  
 వీజములు 659  
 వీజ రేఖాగణితము 50  
 వీజవాహిని 800, 806  
 వీజాశిత సంఖ్య 54, 57  
 వీజీయ 48  
 వీజీయ సంఖ్యావాదము 78  
 వీట్ రూట్ 1282, 1285  
 వీట్ రూట్ నుండి పంచదారను తయారుచేయు  
 విధము 1284  
 వీటాకణము 150  
 వీటా కరణము 152  
 వీర్ 20  
 వీహార్ 229, 243, 731, 825, 852, 857, 860,  
 885, 871, 872, 902, 1258  
 విధగ్రహము 148, 1014, 1016, 1017, 1018  
 1078  
 విభాక్తి 848  
 విజ్ఞ 460, 462, 489  
 విజ్ఞాన తెగులు 445, 757  
 విజ్ఞానరంగు పదార్థము 528  
 విజ్ఞాన విసర్జన వ్యవస్థ 1189  
 విజ్ఞానము 903  
 విజ్ఞానర్ 288  
 విజ్ఞాన పరామితి 109, 110, 111  
 విజ్ఞానపు యూనిట్ 111  
 విజ్ఞానము 98, 109, 110  
 విజ్ఞాన ధర్మనిక 725  
 విజ్ఞాన శ్రమ కారణము 1042  
 విజ్ఞానప్రతిరూపపు పరిణామము 102  
 విజ్ఞానరూపు 28  
 విజ్ఞానరామములు 745  
 విజ్ఞానమని 525, 681, 682, 686  
 విజ్ఞానమనికా శాస్త్రము 684  
 విజ్ఞానమనీ ఉత్పాదము 680, 688, 684  
 విజ్ఞానమనీ సమాపదనము 680, 682  
 విజ్ఞానసంహిత 61  
 విజ్ఞానస్థిర 525

వెంగాల్ 243  
 వెంగుళూరు 803, 804  
 వెండిన్ 17, 247-249, 261  
 వెకంట్ 15  
 వెటస్టా ఆల్బర్టి 60  
 వెన్ కామ్ హుకర్ 829  
 వెర్మిలియన్ 17  
 వెర్మిలిన్ 824  
 వెర్మిలిన్ 172  
 వెర్మిన్ 802  
 వెల్ అలెగ్జాండర్ గ్రాహమ్ 14  
 వెల్ మెన్ 120  
 వెలూను 156, 170  
 వెల్లింపల్లి 681  
 వెహీమ్ 812  
 వెర్మిన్ రస్సెల్ 58  
 వెర్మెల్ 135  
 వెర్మెల్ 26, 256  
 వెర్మెన్ 14, 19  
 వెజిన్ 1101  
 వెటర్ 1186  
 వెటెన్ 829  
 వెటెన్, విలియమ్ 844  
 వెయరు 1084  
 వెరియాన్ 161, 164, 165, 167  
 వెరియం 1178  
 వెర్మెన్, జాన్ 1287  
 వెంకాయ 250, 802, 803, 804, 806, 860,  
 1065  
 వొగ్గు 153, 155, 269, 824, 881, 858, 859,  
 920, 1118, 1151, 1166, 1169, 1172,  
 1178, 1178, 1200, 1265, 1266  
 వొగ్గుగమలు 452  
 వొగ్గు నిల్వలు 1157  
 వొగ్గుపులుసు వాయువు 505, 512, 518, 607,  
 741, 951, 954, 973, 978, 986, 1000, 1008,  
 1179

బొడ్డుకాదు 600  
 బొల్లపాక 557  
 బోగర్ 920  
 బోగర్ సవరిం 920  
 బోటానికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా 456  
 బోదకాలు 571, 624, 1110  
 బోదకాలు జబ్బు 543  
 బోసర్ 418  
 బోస్ట్ చార్జెస్ 484  
 బోర్ 184, 189  
 బోర్ మాట్ 527  
 బోర్ ప మాణు సమూహ 127, 128  
 బోర్ సిద్ధాంతము 29, 184, 141  
 బోర్ మా కాలు 128  
 బోరాన్ 186, 203, 239, 742, 988, 1065,  
 1272  
 బోర్లో మిశ్రమము 147  
 బోర్స్ 15  
 బోల్లులు 188  
 బోవెన్ 157  
 బోవెరి 472  
 బోసాన్ 184  
 బోగోళి కాయమండలి పరిశోధనా ప్రచారిక  
 952  
 బోధాయని శుల్ప సూత్రం 81  
 బోమమాన చిత్రపటాలు 947  
 బొమ్మింగు గడ్డరు పంకెన 1098  
 బ్యాంకి 187, 875 1242  
 బ్యాంక్ ఆఫ్ ఇండియా కాయలరు 1128  
 బ్యానా 27  
 బ్యాటరీ 27  
 బ్రయోఫైట్లు 316, 317  
 బ్రహ్మసూత్ర 826, 828, 944  
 బ్రహ్మసూత్ర 1074, 1076  
 బ్రాకెట్ 158  
 బ్రాటన్ 228  
 బ్రాయిల్ కోళ్ళు 708, 776, 777

బ్రాన్ 206, 294, 875, 982  
 బ్రీడర్ రియాక్టరు 1181  
 బ్రిడ్జెస్ 480, 482  
 బ్రూడర్ 709, 775  
 బ్రూడింగ్ 95  
 బ్రెజిల్ 25  
 బ్రేకులు 1186  
 బ్రేజిల్ 1144, 1145  
 బ్రోమిన్ 20  
 బ్రాక్ హోల్ 1045, 1068, 1070, 1071  
 బ్రాకెట్ 48  
 బ్రాక్ 6 0, 668  
 బ్రాక్ ప్రక్రియ 868  
 బ్రాస్ ఫర్నెస్ 229  
 బ్రాస్టరా 886  
 బ్రిష్ 209  
 బ్రేక్ మోర్ 660  
 బ్రేట్లు 446, 447

భ

భంజనం 219  
 భగము 804  
 భద్రకాండము 1094  
 భర్తన 284  
 భరద్వాజుడు 612  
 భవన నిర్మాణము 8, 1082  
 భవన నిర్మాణ శాస్త్రము 1091, 1092  
 భవనము 1091, 1092, 1118  
 భాక్రా-నంగల్ ప్రాజెక్టు 1105, 1157  
 భాజకాలు 72  
 భాభా అడిమిక్ రిసెర్చ్ సెంటరు 295  
 భార ఉదలని 1156  
 భారజలము 1178  
 భారత్ ఎంప్లాయిమెంట్ రిమిడెన్డ్ 1260

భారతదేశ ఖనిజ నిధులు 857

భారతదేశ ఖనిజసంపద 858

భారతదేశపు నిర్మూలి 858

భారతదేశపు ప్రామాణిక కాలము 825

భారతదేశము 8, 152, 229, 282, 421, 422, 423, 424, 425, 612, 625, 626, 668, 681, 708, 720, 784, 750, 770, 796, 799, 803, 804, 805, 808, 823, 826, 827, 828, 829, 850, 853, 855, 856, 859, 868, 899, 871, 895, 907, 915, 916, 920, 942, 949, 960, 982, 984, 984, 1022, 1065, 1107, 1110, 1114, 1117, 1118, 1129, 1149, 1157, 1161, 1256, 1258, 1281, 1282

భారతదేశము - కొన్ని ముఖ్యఖనిజములు 857

భారతదేశము - భౌతిక భూగోళ శాస్త్రము 825

భారతదేశములోని శిలావిన్యాసాలు 850

భారతదేశీయ పశువైద్య చరిత్ర 718

భారత ప్రామాణిక సంస్థ 1092, 1118

భారత భారీ విద్యుత్కర్మాగార సంస్థ 1149

భారత భౌమ సర్వేక్షణ సంస్థ 889, 890, 942

భారత వాతావరణము 951

భారత వాతావరణ శాస్త్రశాఖ 904

భారతదేశ విద్యుత్ గ్రిడ్ 1199

భారతీయ వ్యవసాయ పరిశోధనా సంస్థ 785, 787

భారతీయులు 812

భారతీయ కదాలు 158

భారత రహిత స్థితి 881

భారత రాహిత్యం 829

భారీ పరిశ్రమ 118

భారోదకము 1187

భావ చిత్రము 229

భాస్కర ఎరువులు 241, 242

భాస్కరము 154, 239, 494, 616, 618, 743, 1264, 1265, 1268

భాస్కర సమ్మేళన ఎరువులు 1265, 1268

భిన్నత్వము 322

భువనేశ్వర్ 802

భూ అంతర్ భాగము 884

భూ అయస్కాంత క్షేత్రం 157, 848, 947

భూ అయస్కాంత త్వరణము 897

భూ అయస్కాంత ముఖ్యక్షేత్రము 899, 900

భూ ఉపయోగ సామర్థ్యము 765

భూకంప తరంగములు 904, 905, 928, 929

భూకంప దర్శని 1117

భూకంపన అన్వేషణ 928, 929, 930

భూకంపన మౌలిక 902, 903, 904, 907

భూకంపన రికార్డు 930

భూకంప లేఖనాలు 902, 906

భూకంపన విధానములు 875

భూకంపన శాస్త్రం 1115

భూకంప ప్రభావము 1116

భూకంపాలు 885, 907, 909, 983, 1116, 1117, 1118

భూకమతములు 788, 787

భూ కక్ష్య 948

భూకేంద్రక సమూహ 12

భూకేంద్ర మండలం 912

భూ కేంద్రము 847, 848, 849, 894, 1002

భూగర్భ జలం 1104, 1124

భూగర్భజలాల అన్వేషణ 1083

భూగర్భ నిర్మాణ పద్ధతి 805

భూగర్భము 847

భూగర్భ రసాయనిక శాస్త్రము 1080

భూగర్భ శాస్త్రము 4

భూగర్భశాస్త్ర సంపద 885

భూగోళ గణితశాస్త్రం 811

భూగోళము 820, 821, 421, 789, 813, 884, 974

భూగోళ శాస్త్రము 788, 789, 794, 797, 801, 807, 811, 817, 848, 1086

భూజల అన్వేషణ 928, 928, 1083

భూజలాల ఉనికి 879

భూ జలాలు 878

భూ తంత్రం 1220

భూత అర్థము 811

భూతల ద్వీ ద్వీప ఏకాంతర క్షేత్ర ప్రామాణికం పద్ధతి 926



భృగుమహర్షి 1100

తైష్య ధర్మ శాస్త్రం 826, 827

తైష్య న్యాయ స్త్రోత్రయ 825, 826, 827

భోపాల్ 802

భౌతిక ఖనిజ శాస్త్రం 885

భౌతిక పరిసరాలు 797, 798

భౌతిక రసాయన శాస్త్రము 219

భౌతిక లోహ శాస్త్రము 1289

భౌతిక శాస్త్రము 9, 11, 15, 20, 102, 124, 125, 126, 186, 137, 138, 140, 143, 148, 149, 158, 219, 279, 301, 302, 331, 1076, 1081, 1084

భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు 125, 126

భౌతిక కాలమానము 844, 897

భౌతికాల వర్గీకరణము 845

భౌతికాలు 844, 845

భౌతికమాన చిత్రణ 947

భౌతికమాన చిత్రీకరణ 925

భౌతికమాన పట నిర్మాణము 928

భౌతిక సంబంధ సమస్యలు 843

భౌతికాన్ని 426

భౌతికాయస్కాంతము 849, 885

భౌతికాయస్కాంత శక్తి 885

భౌతికాయస్కాంత క్షేత్రము 914

భౌతికాయస్కాంత చిత్రణ 909, 912, 913

భౌతికాయస్కాంత ప్రవాహం 909, 910-912

భౌతికాయస్కాంత ప్రవణత 910

భౌతికాయస్కాంత పటములు 883

భౌతికాయస్కాంత ఎత్తు 883

భౌతికాయస్కాంత 882, 913, 916, 946

భౌతికాయస్కాంత సంఖ్య 131

భౌతికాయస్కాంత పటము 151

భౌతికాయస్కాంత వేగము 1003

భౌతికాయస్కాంత దిశ 195

భౌతికాయస్కాంత 807

మ

మంతీరా 828, 827

మంచు 974, 981

మంద కట్టడము 241

మందగుది వ్యాధి 818

మందుల తయారీ 1285, 1286, 1288

మందులు 24, 534, 535, 1282, 1285, 1286, 1287

మకుటము 538

మచిలీ పట్టణం 821

మచ్చల జబ్బు 854

మజ్జా ముఖము 513

మట్టి పొర 849

మడమ కూల 870

మణిపూర్ 825

మత్తు పానీయములు 295

మత్తు మందులు 20, 311

మత్స్యపురాణ 61

మద్రాసు 739, 803, 804, 869, 1129, 1151

మధు మేహము 547, 808, 809, 818, 777

మధురా పుట్టి 571

మధ్య కర్ణము 585, 586

మధ్య చెవి 580

మధ్య ప్రదేశ్ 229, 731, 821, 825, 851, 853, 854, 860, 871, 1258

మధ్యమ సౌర్య పునస్కృత ప్రసారము 1247

మధ్య మెడడు 847

మధ్య యుగము 9

మధ్యరకం ఉద్భిజ్జములు 366

మన దేశంలో నెలకొల్పబడిన ఎరువుల కర్మా గారాలు 244

మన స్తవ్య శాస్త్రము 88, 808

మన మృదులు 320, 322, 339, 340, 425, 500, 505, 525, 1217

మనో వ్యాధులు 565

మయిర్ 330

మరణము 400

మరణ లక్షణములు 504

మరాన్ మన్ 614, 615, 778  
 మరాస్మిక్ క్యాపియార్కు 615  
 మలకోళము 599  
 మలకారు 784  
 మలము 891, 545  
 మలయ 774  
 మల విసర్జన 595  
 మలాధియాన్ 801  
 మలాళయము 605  
 మలేరియా 275, 276, 537, 623, 645, 691, 806, 983  
 మలేరియా నివారణ ఔషధాలు 275  
 మళూచికము 275, 541, 545, 611, 623, 645, 690, 705, 806  
 మళూచి నిరోధనము 645  
 మస్తిష్క కళేరుకా ద్రవం 647  
 మస్తిష్క ఔషధము 679  
 మస్తిష్క బహిష్కరణము 580  
 మహాదణువులు 282  
 మహాబాబ్ నగర్ 822, 823, 880, 881, 882, 1028  
 మహాగౌళులు 321  
 మహానది 827  
 మహానగరాల జనాభా 803  
 మహానగరాలు 802, 804, 806  
 మహారాష్ట్ర 731, 739, 821, 825, 851, 852, 859, 858, 1108  
 మహారోగ స్థానము 720  
 మాంగనీస్ 228, 231, 260, 288, 414, 616, 742, 824, 831, 882, 859, 871, 1265  
 మాంగనీసు ఖనిజములు 858  
 మాంత్రిక వైద్యులు 609  
 మాంస కృత్తులు 17, 238, 304, 390, 495, 540, 548, 551, 554, 590, 607, 671, 687, 695, 701, 704, 727, 970, 1274, 1281  
 మాంసోత్పత్తి 688, 701  
 మాక్స్ బార్న్ 140  
 మాక్స్ వెల్ 133, 134, 135, 137, 1183  
 మాక్స్ వెల్ సిద్ధాంతము 184

మాగట్ 907  
 మాగ్నైట్ 874, 917  
 మాగ్నటాన్ 207  
 మాగ్నా 837, 839  
 మాచ్ ఖండ్ నది 1157, 1293  
 మాచ్ ఖండ్ ప్రాజెక్ట్ 1292  
 మాతంగుడు 612  
 మాతృకలు 409  
 మాత్రికలు 142  
 మాత్రికా గణిత శాస్త్రము 188  
 మాత్రికా యాంత్రిక శాస్త్రము 140  
 మాత్రికా సిద్ధాంతము 140  
 మాధ్యమిక సౌరదినం 191, 192  
 మాన్ గోల్డ్ 74  
 మాన్ టిగోమేరి 480  
 మాన చిత్రంలోని వివిధ రక రీతులు 815  
 మాన చిత్ర నిర్మాణము 788  
 మాన చిత్ర రకాలు 816  
 మాన చిత్ర లేఖనం 812, 816  
 మాన చిత్ర లేఖన శాస్త్రము 789, 811, 812, 813  
 మాన (కొలత) చిత్రాలు 788, 811, 812, 813, 815, 816, 818, 825  
 మానవ పరిసరాలు 985  
 మానవ ప్రేరిత కేంద్రము 1232  
 మానవ మిశ్రిత కొలతలు 98  
 మానవ శరీర వ్యవస్థీకరణ శాస్త్రము 611  
 మానవ శరీర శాస్త్రము 18, 20, 717, 811  
 మానవాళి 1289  
 మానవుడు 412, 438, 440, 447, 452, 455, 457, 487, 497, 499, 711, 712, 714, 715, 719, 730, 738, 744, 788, 790, 791, 794, 796, 797, 807, 809, 872, 874, 956, 955, 978, 980, 982, 983, 986, 992, 994, 995, 977, 1004, 1007, 1009, 1080, 1078, 1093, 1107, 1113, 1114, 1115, 1120, 1147, 1152, 1251, 1282  
 మానవునిలో ఉత్పన్నమైన వస్తువులు 490  
 మానవ సర్వవరం 828  
 మానసావరము 61

మానసిక భావధములు 588  
 మానసిక కల్లోలాలు 880  
 మానసిక రోగములు 25  
 మానసిక విశ్లేషణ 562  
 మానసిక వ్యాధి చికిత్స 560  
 మానసిక వ్యాధులు 299, 548, 561, 562  
 మానిక జ్యోమితి 51  
 మాఙ్గము 14  
 మాఘనాలు 115, 116  
 మామిడి 754  
 మార్కండేయ పురాణము 81  
 మార్కస్ ఆరెలియస్ 810  
 మారినర్ 2 1018  
 మారినర్ 4 1020  
 మారినర్ 6 1020  
 మారినర్ 7 1020  
 మార్షన్ 942  
 మార్ష్మన్ మెన్సీ 75  
 మార్మకళ 44, 59  
 మార్మటంగ్ పద్ధతి 264  
 మార్మటంగ్ సిద్ధాంతములు 788  
 మార్మట 285  
 మార్మొవి 185  
 మార్గే 51  
 మార్కోవ్, మెరిమెడ్ 99  
 మార్ఫిసియన్ ప్రావరము 728  
 మారి 800, 801, 802, 807  
 మారిబ్డినమ్ 289, 742, 1265  
 మారిష్ 408  
 మార్స్ మొక్కలు 423  
 మాస్కన్న 1014  
 మాస్కో 802, 951  
 మింగ్లై చక్రవర్తి 612  
 మిచిగాన్ విశ్వ విద్యాలయము 739  
 మిజోరమ్ 825  
 మితి సిద్ధాంతము 100

మిథాక్సిక్లార్ 78  
 మిథాక్ క్రియాశీతి 418  
 మిథాక్ క్రియా మండలాలు 418  
 మిథ్యాస్థితులు 10  
 మిథేన్ 24, 228, 1021, 1023, 1024, 1266,  
 1267  
 మిన్కో విస్కీ 148  
 మినిమటా 993  
 మినుము 767  
 మింప 758  
 మిలాన్ పాంతుడు లోడోవికాస్పీర్జా 58  
 మిల్లికాన్ 158, 157, 158  
 మిల్లికాన్ నిర్ధాంతము 159  
 మిల్లిగ్ యంత్రము 1141  
 మిల్లిమీటరు తరంగాలు 179  
 మిల్లర్, ఎస్ 809, 415  
 మిశ్రమ ఆహారం 780  
 మిశ్రమ ఎరువులు 240, 243  
 మిశ్రమ లోహస్పటికాలు 281  
 మిశ్రమ లోహాలు 215, 227, 228 230, 231,  
 1125, 1288, 1290  
 మీట 1217, 1219, 1222  
 మీటరు బద్ధ 6  
 మీదువంతెన 1097  
 మీరే 51  
 మీసానులు 149, 156, 158, 159, 160, 162,  
 163, 164, 165, 166, 167  
 మీసాను వైయానులు 149  
 మీసోఫిల్ కణములు 414  
 ముక్కు 581, 584, 585, 586, 587  
 ముడి ఖనిజాలు 1288, 1289  
 ముడి పంచదార 1283  
 ముడి పంచదారను పరిశుభ్ర పరచు విధము 1288  
 ముడి పదార్థము 219, 313, 800  
 ముడి వస్తువులు 784  
 ముద్ద సున్నం 284

ముద్రణా సాంకేతిక విజ్ఞానం 789

ముద్రలు 844

ముఱుగుడు 990, 991

మురుగు తొలగింపు 1111

మురుగు నీటి పారుదల 1089

మున్నెడ్ 189

ముల్లర్, హెచ్. జె. 804, 492

ముసలితనము 568

ముస్సోరి 828

మూడవ మూలం 58

మూత్ర రోగము 525, 599, 801

మూత్ర క్రిమి సంహారకాలు 588

మూత్ర గ్రంథులు 641

మూత్ర ద్వారము 804, 805

మూత్ర నాళము 519, 525, 808

మూత్ర నాళాలు 550, 552

మూత్ర నిరోధకౌషధాలు 535

మూత్ర పరీక్ష 551

మూత్ర ప్రవాహము 588

మూత్ర పిండ ధమని 728

మూత్ర పిండముల కేసర్లు 553

మూత్ర పిండములపై కౌషధాలు 585

మూత్ర పిండము 272, 389, 390, 391, 401,

508, 514, 515, 519, 520, 524, 548, 549,

550, 551, 558, 563, 564, 565, 591, 605,

635, 658, 728

మూత్ర పిండ వ్యాధి 550, 588

మూత్రపు సంచి 550, 552

మూత్ర మండలము 515

మూత్ర మార్గము 550

మూత్రము 389, 549, 550, 551, 553, 563, 658

మూత్రము తయారగు విధము 524

మూత్ర వాహిక 508, 515, 597, 698

మూత్ర వ్యవస్థ 518, 524

మూత్ర వ్యాధులు 563, 599

మూత్ర సంచి 641

మూత్ర సర్జనపు మందులు 550

మూత్రాళయము 515, 563, 615, 608, 725,

729

మూత్రాళయ నాళము 729

మూర్ఖ రోగపు మందులు 537

మూర్ఖ వ్యాధులు 543, 650

మూర్ఖులు 551, 561, 588

మూలకణాలు 158

మూలకము 126, 152, 171, 185, 186, 188,

189, 215, 219, 220, 221, 224, 225, 239,

2 0, 283, 288, 296, 245, 884, 885, 870,

876, 933, 935, 943, 965, 981, 1044,

1075, 1269, 1288

మూలక రసాయన శాస్త్రము 219

మూలకాల ఆవర్తన వట్టిక 221

మూలదద్దువు 652

మూల ద్రవ్యాలు 642

మూలములు 64, 533

మూలశంక 559

మూలుగు 578

మూస 1144, 1274

మూసికొనివున్న గాయాలు 502

మృణ్మయ పాత్రలు 1289

మృణ్మయ వస్తు సామగ్రి రూపకల్పన 1273

మృత్తికలు 824, 829

మృత్తికా విజ్ఞానము 1089

మృదు కణ జాలము 444

మృదులాస్థి 531

మృదువైన గాఢ 287

మెండలిఫ్ 17

మెండెల్ 344, 465, 466, 467, 469

మెండెల్ జీవిత సంగ్రహం 465

మెండెల్ పరిశోధనలు 466, 470

మెండెల్ మూత్రాలు 344, 465, 466

మెక్రియో 1073

మెక్సికో 845

మెక్సికో 229

మెగ్నెట్రాన్ 21

మెగ్నెటైట్ 1271

మెగ్నీషియం 281

మెస్సినియం 229, 231, 239, 288, 308, 370,  
414, 616, 617, 865, 1067, 1265

మెస్సినియం కార్పనేటు 288

మెటలోగ్రాఫీ 1290

మెట్ట పంటలు 738, 744

మెట్ట సేద్యము 786

మెట్రోపొలిటన్ 788

మెడ 510

మెడ "కాడి" వాపు 678

మెడకు చెబ్బలు 503

మెడ గాస్కర్ 942

మెదుల్లా 645, 647

మెడక్ 881

మెడకు 18, 272, 281, 303, 394, 395, 398,  
399, 441, 505, 507, 513, 529, 530, 540,  
542, 564, 566, 567, 568, 605, 609, 629,  
641, 648

మెడకు నాడులు 647

మెడకు వాపు 542

మెనింజిటిస్ 277, 586, 621, 649

మెన్యరేషన్ 46

మెరినో గొట్టెలు 686

మెర్క్యురిక్ ఆక్సైడ్ 15

మెర్సిని ప్రధానాంశాలు 74, 77

మెర్సిన్ 14

మెలనిన్ 550

మెల్ల కమ్మ 529, 584

మెల్బోరన్ 951

మెనపొటోమియా 610, 715, 801

మేక్స్ వెల్ 13

మేగ్నెట్ 922

మేగ్నోలియా పైటా 317

మేఘాలు 958, 1062, 1100

మేఘపేటిక 164

మేఘాలయ 825, 859

మేజర్లు 175, 176, 177, 184

మేజర్ వేళ్ళు 25

మేడమ్ క్యూరీ 622

మేధము 606

మేళాట్యు 697

మేయర్ 302

మైకా 824, 832

మైకేల్ ఫారడే 15

మైక్రో ఎలెక్ట్రానిక్స్ 185

మైక్రో తరంగములు 185, 186, 175, 176

మైక్రోనులు 260

మైక్రో ప్లాస్మా 439, 443

మైక్రో రేడియో తరంగము 953

మైక్రో స్కొపు 611

మైటో కాండ్రియా 289, 351, 353, 354, 355,  
371, 401, 402, 471, 495

మైదాన ప్రాంతము 628

మైనింగు ఇంజనీరింగు 1082

మైసర్ కాంప్లెక్సు 50

మైసినర్ ఫలితము 204

మైసూరు 421

మొండెము 723

మొండెముకు చెబ్బలు 508

మొక్కజొన్న 326, 341, 422, 431, 442, 704,  
738, 735, 737, 761, 775, 784

మొక్కలు 312, 318, 314, 315, 317, 323,  
326, 327, 328, 330, 331, 336, 338, 339,  
340, 345, 346, 351, 354, 356, 357, 358,  
364, 365, 366, 367, 369, 370, 375, 376,  
377, 378, 379, 380, 382, 383, 384, 386,  
387, 388, 397, 403, 406, 409, 411, 415,  
421, 422, 423, 426, 428, 429, 430, 432,  
435, 438, 441, 443, 444, 446, 447, 451,  
452, 453, 455, 459, 460, 461, 463, 465,  
467, 469, 470, 476, 742, 743, 744, 751,

757, 935, 948, 967, 992, 1264, 1285,  
1274

మొక్కలలో చక్కెర పదార్థాల బదిలీ 374

మొక్కలు పుష్పించే ప్రక్రియ 384

మొటిమలు 654

మొదటి నెలలో వచ్చు వ్యాధులు 539

మొదటి సంవత్సరము వచ్చు వ్యాధులు 539

మొనిరా 313, 315

మొలగజ్జి 652

మొవ్వు చచ్చుట 752, 753

మొహంజిదారో 718, 1111

మొహరోవిసిక్ 847

మొహరోవిసిక్ అసంతృప్తము 907

మోకాటి చిప్ప 724

మోటారుకారు 190

మోటారు వాహనముల చట్టం 1107

మోరేలేట్లు 1178, 1181

మోహోకాన్ 438

మోహోకాన్ మొక్కలు 403, 404, 406

మోర్స్ 1229

మోర్స్ కోడు 1219

మోర్టన్ 611

మోర్గాన్, టి పాచ్ 844, 845, 880, 884,  
485

మోరే 143, 145

మోర్ 268

మోల్లు లోర్లు నాగరి 761

మోసెన్ సిద్ధాంతము 715

మోంటిగులు 1126

మౌలికజన్యక్రియ 497

మ్యూటాన్ 349

య

యంగ్ 132

యంత్రము 104, 760, 790, 1188, 1140, 1142,  
1143, 1145, 1149, 1154, 1155, 1159,

1168, 1170, 1197, 1225, 1226, 1227, 1235,  
1280, 1283

యంత్ర సాంకేతిక శాస్త్రము 1119

యక్స్ కిరణములు 300, 632

యక్స్ - రే (X - Ray) 633, 657, 962, 1290

యజ్ఞ వేదిక 54

యధార్థ కాంతి పరిమాణం 1098, 1041, 1043

యధాస్థితి వాదము 1075, 1076

యన్. స్టీవెన్స్ 477

యమునా నది 1112

యశదము 154, 933, 1184

యా. టీ. కోడాన్ 349

యాంటీ బయాటిక్స్ 299, 301, 576, 577, 652,  
676, 679, 696, 699, 705

యాంటీ బయోటిక్ పదార్థాలు 278

యాంటీ ర-బీన్ 99

యాంటెనా 1258

యాత్రిక ప్రమీక్షణ ఫలకాలు 136

యాంత్రిక కణకాల వ్యవస్థ 366

యాంత్రిక మీటరు 1200, 1211

యాంత్రిక లోహ శాస్త్రము 1290

యాంత్రిక శక్తి 857, 1121, 1122, 1123, 1124,  
1132, 1151, 1156, 1163, 1164

యాంత్రిక శాస్త్రము 11, 12, 124, 140, 145,  
146, 147, 1090, 1092

యాంత్రిక సిద్ధాంతము 14

యాక్యూట్ పై లో నెక్రయిటిస్ 553

యాదృచ్ఛిక కాండాలు 116, 117

యాదృచ్ఛిక ఘటనలు 99

యాదృచ్ఛిక చలరాశి 107

యాదృచ్ఛిక చాంచల్యాలు 105, 118

యాదృచ్ఛిక ప్రయోగము 100, 101

యాదృచ్ఛికము 103

యాదృచ్ఛిక కంఠము 113

యాదృచ్ఛిక కృత క్లాకు రచన 113

యాదృచ్ఛిక కృత రచన 115

యానకాలు 186, 143, 156, 203, 207, 219,  
490, 1188, 1213

య్యూకావా 149, 153, 153

యుగ్మ పరిక్రమ 79  
 యుగ్మ వికల్పాలు 487, 488  
 యుధాక్షన్ 45, 48, 84  
 యువై టెడ్ నేషన్స్ 109  
 యు. పి. 888  
 యురానో మెట్రీయా 1034  
 యురేనస్ 1015, 1023, 1078  
 యురేనిబోర్గ్ వేధకాల 12  
 యురేనియమ్ 151, 842, 790, 845, 971, 875,  
 984, 985, 986, 942, 944, 1175, 1176,  
 1178, 1180, 1181  
 యూకేరియోటిక్ కణములు 351  
 యూక్లిడ్ 50, 51, 81  
 యూక్లిడియన్ పరికరాలు 52, 53  
 యూక్లిడియన్ నేతర 43  
 యూక్లిడియన్ జ్యామితి 84  
 యూక్లిడియన్ యేతర జ్యామితి 84  
 యూక్లిడ్ రేఖాగణితము 148  
 యూక్లిడ్ సమాంతర స్పృశ్యము 65  
 యూడెన్ చతురస్రాలు 115  
 యూనానీ 812  
 యూనిట్ టుండ్ర ఆవేశం 222  
 యూనిట్ ధవ ఆవేశము 221  
 యూక్లిఫేటస్ 801  
 యూరపు 810, 811, 802, 808, 819, 977,  
 1114  
 యూరిక్ ఆమ్లము 390, 391  
 యూరికై డిస్ 58  
 యూరియా 239, 241, 244, 245, 390, 391,  
 1287, 1288  
 యూరియా అమ్మోనియం ఫాస్ ఫేట్ 1289  
 యూరిసిక్ ఆమలము 1278  
 యూరే, హెచ్. సి. 309  
 యూరేనీ 309  
 యూరేనియమ్ 152  
 యూరేషియా 813  
 యూరెన్ బెక్ 141  
 యూవియల్ పేళ 580

యూచనా శాఖ 119

యోని కుహరము 800, 801, 804, 805, 807  
 యోగికాలు 356, 880, 882, 888, 889, 878,  
 881, 888, 440

ర

రంగు పదార్థాల ఉత్పత్తి 281  
 రంగు పదార్థాలు 284, 456  
 రంగుపదార్థాల వర్గీకరణము 282  
 రంగుల దెలివిజన్ 1241  
 రంగుల పరిశ్రమ 281  
 రంగులు 215, 853, 1284  
 రంజకహీనత 809  
 రంజనము 25, 373, 517  
 రంద్రపు బావులు 881  
 రక్తం 448, 450, 518, 518, 528, 535, 539,  
 545, 548, 550, 552, 554, 555, 557, 559,  
 582, 583, 587, 599, 649, 655, 718, 779,  
 980  
 రక్త కణాలు 391, 802  
 రక్త కోటరములు 516  
 రక్త గ్రహణి 546  
 రక్తదోమ్మ 712, 713  
 రక్త ద్రోణిలు 579  
 రక్తనాళిక 572  
 రక్తనాళాలు 502, 508, 530, 572, 575, 641,  
 648, 676, 723  
 రక్తనిర్మాణ సంబంధ వ్యాధులు 555  
 రక్త పరీక్ష 499, 598, 779  
 రక్త పారుడు రోగము 899  
 రక్త ప్రవాహం 577, 807  
 రక్తప్రసరణ ఛాయ సూచక 512  
 రక్తప్రసరణ మండలము 525  
 రక్తప్రసరణము 18, 510, 511, 513, 562,  
 800, 858, 861  
 రక్తప్రసార మండలము 724  
 రక్తప్రసారము 882

రక్త పీడనము 105, 550  
 రక్తపుపోటు 25, 289, 549, 550, 552, 587,  
 601, 809, 818  
 రక్త మండలము 889  
 రక్త వర్గములు 591  
 రక్తవాహినీ విజ్ఞానము 721  
 రక్తవాహినులు 680  
 రక్త విశేషము 554, 690  
 రక్త సంచార కోశములై మందులు 585  
 రక్త ప్రాసము 555, 558, 588, 587, 594,  
 603, 606, 778  
 రక్తనిర 401  
 రక్త హీనత 558, 559, 608  
 రక్త ఊడత 544  
 రక్షక ఔషధము 278  
 రక్షక కవచము 1178  
 రక్షక వత్తి 1212, 1215, 1217  
 రచన 114, 125, 151, 152  
 రన్లు 118  
 రబ్బరులు 24, 26, 27, 253, 745, 784  
 రబ్బీ వంటలు 1108  
 రవాణా 1107, 1108, 1109, 1188  
 రశ్మి 153, 154, 155  
 రశ్మిదారక సమస్థానీయము 1174  
 రశ్మిదాశిత 1178, 1174, 1175, 1181  
 రష్యా 229, 250, 804, 951, 998, 1094,  
 1114, 1157  
 రసం 581  
 రసెస్ 1041, 1043  
 రసాయనక చర్యలు 15, 218, 221, 224, 225,  
 227, 285, 281, 288, 290, 295, 297, 307,  
 358, 359, 361, 383, 384, 554, 752  
 రసాయన క్రియలు 236, 252  
 రసాయన పరిణామము 815,  
 రసాయన బంధాలు 223, 253, 288, 290  
 రసాయన విశ్లేషణము 419  
 రసాయన శక్తి 358, 430  
 రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు 218

[88]

రసాయన శాస్త్రము 9, 15, 125, 215, 217,  
 218, 219, 238, 295, 301, 631  
 రసాయన సంయోగ నియమాలు 221  
 రసాయన సంయోగము 280  
 రసాయన సంశ్లేషణ 487  
 రసాయనాలు 387, 388, 785  
 రసాయనిక అన్వేషణ చర్యలు 988  
 రసాయనిక ఆకర్షణ 17  
 రసాయనిక ఎరువులు 24, 97, 100, 114, 239,  
 742, 745, 747, 786, 877, 1264, 1265  
 రసాయనిక ఖనిజ శాస్త్రం 885  
 రసాయనిక చికిత్స 597, 632, 634, 637  
 రసాయనిక ద్రవ్యాలు 114  
 రసాయనిక పదార్థములు 275, 276, 292, 301,  
 303  
 రసాయనిక పరస్పర చర్య 285  
 రసాయనిక పరిశీలనలు 250  
 రసాయనిక పరిశుద్ధ 750  
 రసాయనిక మార్పులు 302  
 రసాయనిక మూలకాలు 126  
 రసాయనిక వ్యర్థోత్పాదకము 984  
 రసాయనిక సమ్మేళనము 308  
 రసాయనిక సంఘటనము 884, 884, 885  
 రసోత్పన్నదీపము 1221  
 రాంట్ జన్ 15, 135, 632, 878  
 రాక్ ఫెల్లర్ ఫౌండేషన్ 786  
 రాకపోకల సంకేతాలు 122  
 రాకెటు 21, 38, 157, 268, 302, 574, 778,  
 1181  
 రాక్షసి బొగ్గు 1129, 1155, 1175  
 రాశిగుట్ట 822  
 రాగి 228, 229, 231, 239, 288, 616, 742,  
 824, 831, 832, 884, 858, 859, 860, 865,  
 885, 920, 921, 933, 938, 1013, 1184,  
 1187 1192, 1206, 1265, 1288  
 రాచకురువు 513, 570, 658  
 రాజమండ్రి 881, 852  
 రాజమండ్రి వంతెన 1099



రాజస్థాన్ 428, 668, 685, 781, 825, 828,  
851, 859, 859, 860, 871, 964, 1258

రాజస్థాన్ కాలవ 1105

రాశేంద్ర నగర్ 740

రాదార్ 22, 136, 203, 207, 209, 210, 211,  
213, 214, 877, 948, 945, 946, 952, 953  
1229, 1238, 1234, 1235, 1236, 1250

రాదార్ ఉపయోగాలు 209

రాజా ప్రతాపసాగర్ 153

రాజింక్ 852

రాతి ఆయుధాలు 23

రాతి కట్టడపు వంతెన 1098

రాతి చమురు 873, 878

రాతినార 858, 859

రాతినార సిమెంట్ 286

రాతియుగము 228, 714

రాఫెల్ 59

రాబడి నికరలాభముల సామర్థ్యశాల మానములు  
776

రాబర్ట్ కోప్ 311

రాబీన్ 299, 628

రామగుండం 881, 1172

రామపాద సాగర్ 887

రామేశ్వరము 802

రాయల్ సొసైటీ, లండన్ 29

రాయ్ లిమ్ 824, 878, 964

రాశి చక్రము 1083

రాష్ట్రాలు 825

రికార్డింగ్ వ్యవస్థ 210, 20

రిక్తికలు 354, 355

రిడ్ బర్న్ ఫిర్యాదులు 128, 139

రిడ్డి నాగలి 761

రిటో న్యూక్లియో యాసిడ్ 952

రియాక్టరు 1123, 1124, 1178, 1179, 1180,  
1239

రియాక్టరు యొక్క నిర్మాణ వివరములు 1179

రిమాన్ 74

రిమాన్ చతుర్ముఖీయ జ్యామితి 148

రిమాన్ దీర్ఘస్పృత జ్యామితి 68

రిమాన్ ప్రతిపాదనము 72

రిమాన్ ప్రతిపాదనము - ప్రధానాంక సిద్ధాంతము 74

రియన్ - ఫోర్స్ వాడ్ కాంక్రీటు 1097, 1098

రియన్ ఫోర్స్ వాడ్ కాంక్రీటు కట్టడము 1095

రూపర్ట్, విల్ 1021

రూఫర్ ఫర్మ్ 127

రూఫర్ ఫర్మ్ మూనా 127

రూపకల్పన 8, 1098

రూపాంతర ప్రాప్తి 836, 839

రూపాంతర శక్తు చికిత్స 589

రూపాంతర శీలలు 889, 880

రూపిడియం 845

రూర్ కెలా 244

రూళ్ల కర్ర 52, 53,

రెండవ ప్రపంచ మహా సంగ్రామము యుద్ధము)

168, 1060, 208, 441, 808, 952

రెగ్యులేటెడ్ మార్కెట్లు 770

రెజిస్టర్ 158

రెజొనెన్స్ 288

రెటీనా 529, 530, 588

రెటీనా రోగాలు 584

రెడ్ ఇండియన్లు 795

రెనిన్ 296

రెప్పలు 582

రేఖల అభివరణ 59

రేఖలు 1078

రేఖాంశ ఫలితం 157

రేఖా శ్రమ 157, 1088

రేఖా గణిత శాస్త్రము 42, 99

రేఖా ప్రసారము 1289

రేఖామాన చిహ్నాలు 815

రేఖా వర్ణమాల 1064

రేఖా విద్యుదగ్ర పద్ధతి 922

రేఖీయ త్వరణము 184

రేఖీయ సాపేక్ష సమీకరణము 141

రేచికటి 778

రేడియమ్ 683, 642, 948

రేడియం కిరణములు (గామా కిరణములు) 688

రేడియం చికిత్స 597, 682, 687

రేడియం విజ్ఞానము 684  
 రేడియాలజీ 688  
 రేడియేషన్ 295, 449, 491, 492, 493, 688  
 రేడియేషన్ వ్యాధి 804  
 రేడియేషన్ (కరెంట్) వైద్యము 682, 684  
 రేడియో 97, 125, 186, 1221, 1237, 1241, 1248, 1251, 1259  
 రేడియో ఆటోగ్రాము 971, 973  
 రేడియో ఇంజనీరింగ్ 1241, 1250  
 రేడియో పరియలు 1059  
 రేడియో ఐసోటోపులు 158, 154, 155, 805, 498, 494  
 రేడియో కేంద్రము 1237  
 రేడియో షేత్రము 196  
 రేడియో ఖగోళ దూరదర్శిని 1086  
 రేడియో ఖగోళ విజ్ఞాన శాస్త్రము 1080  
 రేడియో ఖగోళ శాస్త్రము 22, 184, 1057, 1058, 1060, 1062, 1064, 1065, 1067, 1070  
 రేడియో తరంగ ఉత్పత్తి స్థానము 22  
 రేడియో తరంగములు 185, 186, 173, 174, 175, 178, 179, 194, 207, 213, 1000, 1080, 1055, 1058, 1059, 1060, 1062, 1063, 1064, 1067, 1229, 1238, 1235, 1236  
 రేడియో తెంపీ 579  
 రేడియో దూరదర్శినులు 998, 1080, 1061, 1067  
 రేడియోధార్మిక ఐసోటోపు 149, 152, 370, 911, 918  
 రేడియోధార్మిక కేంద్రం 162  
 రేడియోధార్మిక చర్య 185  
 రేడియో ధార్మికత 15, 139, 156, 805, 870, 873, 885, 934, 936, 939, 967  
 రేడియోధార్మిక ద్రవ్యాలు 842  
 రేడియోధార్మిక పద్ధతి 844, 845, 876  
 రేడియోధార్మిక పదార్థము 185, 1123  
 రేడియోధార్మిక మూలకాలు 871, 911, 938, 980, 984  
 రేడియోధార్మిక రక్తి 153, 154

రేడియోధార్మిక లవణము 869  
 రేడియోధార్మిక శక్తి 942, 642, 876  
 రేడియోధార్మిక శిథిలత 152  
 రేడియోధార్మిక సమస్థానీయాలు 642  
 రేడియోధార్మిక సర్వేక్షణలు 934, 947  
 రేడియో సజ్జతములు 1062  
 రేడియో ప్రసార గ్రాహక విధానము 1244  
 రేడియో ప్రసారము 1281, 1245  
 రేడియో మీటరు 945  
 రేడియో విండో 1058  
 రేడియో వికిరణము 1062, 1063  
 రేడియో సమస్థానీయ నిధానము 642  
 రేనాల్డు 12  
 రేనీ 1130  
 రేబరు 1060, 1062  
 రేబీ 12, 14  
 రేవు స్థలాలు 802  
 రైట్ సోదరులు 827  
 రైతులు 428, 874, 730, 736, 737, 741, 755, 763, 769, 770  
 రైబో కేంద్ర కాన్లుము 439 (చూ. రైబో న్యూక్లిక్ ఆమ్లము)  
 రైబో న్యూక్లిక్ ఆమ్లము (RNA) 347, 495  
 రైబో న్యూక్లియస్ 408  
 రైబోసోములు 353, 356, 370, 371, 401, 471, 619  
 రైలింగను కాయలరు 1127  
 రైలు మార్గము 1084  
 రైలు రోడ్డు పంచెన 1099  
 రైలుపంచెన 1097, 1098, 1099  
 రైల్వేలు 1109  
 రొద తరంగాలు 929, 930  
 రొమ్ము శోభ 852  
 రోగం 1285  
 రోగ నిర్ధారణ (నిర్ణయం) 839, 868, 864, 1285  
 రోగ నిరోధక శక్తి 544  
 రోగ నిర్మూలన 294, 305  
 రోగనివారక వైద్య శాస్త్రం 610  
 రోగములు 498

రోగ వాహకులు 545  
 రోగ సంక్రమణం 575  
 రోజులు 8  
 రోటరీ కొలుమి 234  
 రోడ్డు రవాణా వాహనము 1181  
 రోడ్డు వాహన సంస్థ 1109  
 రోడ్డు వంతెన 1097  
 రోడ్లు 682  
 రోడిని 457, 629, 681, 1229, 1235, 1242, 1244  
 రోదసిలో మానవుని శారీరక స్థితి 628  
 రోడినీ జీవశాస్త్రము 457  
 రోడినీ నౌకలు 21 188, 190, 628  
 రోడినీ పంశీలన 188  
 రోడినీ ప్రయాణం 629  
 రోడినీ యాత్ర 458, 630, 631  
 రోడినీ యానము 21, 209, 628, 1115  
 రోడినీ యుగము 21  
 రోడినీ వైద్య శాస్త్రం 627, 631  
 రోమంధినులు 288  
 రోమన్ యుగము 9  
 రోమన్లు 610  
 రోమాటికము 543  
 రోమములు 505  
 ర్యాల్లీ తరంగములు 905

అ

అండిన్ 205, 802, 978, 1114  
 అండిన్ సిద్ధాంతము 205  
 అంబోజి త్రిభుజము 9  
 అక్క పరిశ్రమ 263  
 అక్క పురుగులు 751  
 అక్ష దీప్తిపాలు 825  
 అఘు గల గ్రంథి 658  
 అఘు ప్రతిరూప సరికలు 104  
 అజారి స్ఫులిన్ జాని 681  
 అద్దె పురుగు 753  
 అమార్క్ 19

అవ్ తరంగములు 905  
 అవణ పదార్థములు 749, 978  
 అవణములు 870, 888, 891, 554, 671, 705, 742, 743, 920, 1187  
 అవే 185  
 అవోయిజర్ 17  
 అసికా కణములు 618  
 అసికము 725  
 అసికారులు 544  
 అసికా గ్రంథులు 557, 632  
 అసికా గ్రంథికలు 596  
 అసికా ద్రవము 592  
 అసికా బంధాలు 596  
 లాంకషయర్ బ్రాయిలర్ 1128  
 లాండ్ బ్రెష్ క్రోమోజోములు 841  
 లాకడిక పౌనః పున్యాలు 127  
 లాటిన్ చతురస్రాలు 55, 114, 115  
 లాటెన్ 168  
 లాన్ స్పాక్ 610  
 లాఫాన్ 99  
 లాఫ్లే 808  
 లాహూ 165  
 లామ్బ్రిష్ క్రోమోజోమ్స్ 850  
 లార్డ్ కెల్విన్ 198, 870  
 లార్డ్ కైపు 812  
 లార్డ్ కోఫ్ లిస్టర్ 611  
 లారూ 416  
 లారింట్స్ (స్వంపేటిక 587, 588  
 లారిక్ - మువర్గము 1278  
 లారెన్ట్జ్ 144  
 లారెన్ట్జ్ - ఫిట్ డెరాల్ట సంతోము 144  
 లార్వే 209, 547  
 లాలాజల గండ్రులు 941, 727, 728  
 లాలా 652, 1012  
 లాన్ ఎ. జిల్స్ 802  
 లాన్స్ సప్టర్ 59  
 లింగ కల్పన 590  
 లింగ నిర్ణయము 476, 477, 482, 488  
 లింగ పరివర్తన 590

వంశధార 828  
 వంశపారంపర్యంగా వచ్చే వ్యాధులు 270, 549,  
 వంశానుగత గుణాలు 304  
 వక్రీభవన గుణము 192  
 వక్రీభవన తరంగాలు 981  
 వక్రీభవన దూరదర్శిని 997, 998, 1004  
 వక్రీభవన దోషాలు 583, 584  
 వక్రీభవన పద్ధతి 875  
 వక్రీభవనము 132, 136, 908, 909, 929, 980,  
 982  
 వక్ష కరూర్ 882, 858  
 వక్షము 218, 824, 882, 858  
 వడపోత బావులు 882  
 వడ్డు 781, 788  
 వదన గళిక 582, 587, 588  
 వసమహోత్సవము 452  
 వసరులు 739, 790, 792, 798, 872, 873, 874,  
 882, 941, 942, 943, 1128, 1150, 1200  
 వన్య జాతులు 983  
 వన్యజీవి యాజమాన్యము 453  
 వన్య జీవులు 421  
 వన్య మృగ సంరక్షణ 451, 458  
 వన్య మృగాలు 451, 872, 990  
 వన్యశ్రీయాలు 452, 453  
 వరంగల్ 823  
 వరపు 429, 480  
 వరణ 288  
 వరాహమిహిరుడు 950  
 వ8 97, 381, 412, 498, 670, 788, 785, 752,  
 758, 760, 785  
 వర్క్సాప్ యంత్రాలు 1188  
 వర్గ 48  
 వర్గ మూల పట్టికలు 8  
 వర్గమూలం 53  
 వర్గీకరణము 3  
 వర్గీకరణ విధానము 187  
 వర్ణ అంధత్వము 487, 499  
 వర్ణ ఛాయాగ్రహణము 288  
 వర్ణ రృప్తి 581

వర్ణ ద్రవ్యము 385, 655  
 వర్ణనాత్మక విజ్ఞానము 2  
 వర్ణ పటము 130, 132, 134, 1048, 1050, 1068,  
 1069, 1072, 1078  
 వర్ణ పటరేఖల విస్తాపనము 148  
 వర్ణ పటరేఖల సున్నిత నిర్మాణము 142  
 వర్ణపట శాస్త్రము 13, 132  
 వర్ణమాల 997, 1023, 1026, 1089, 1040,  
 1043, 1055, 1056, 1064, 1070  
 వర్ణమాలా రేఖలు 1063  
 వర్ణసూచిక 1085, 1086  
 వర్ణం 981, 992  
 వర్ణపాతము 428, 431, 828, 955, 956, 957,  
 960, 961, 975, 1104, 1105  
 వహన సామర్థ్యం 1091  
 వర్షాకాలపు పంటలు 1106  
 వలయ ఆటంకత 1198  
 వలయములు 723  
 వళులు 913  
 వల్కనై శేషన్ 27  
 వల్కనైట్ 27  
 వసంత సేనా నివాసము 1092  
 వసాయత కాలేయము 556  
 వసిష్ఠుడు 1101  
 వసిష్ఠమహర్షి 1100  
 వస్తుగుణ విచారణము 117  
 వస్తువుల వుత్పత్తి 797  
 వస్తు శక్తి నిర్ణయ శాస్త్రము 1094  
 వస్త్రములు 8  
 వాంతి కర్మము (Emetics) 586  
 వాంతి నిరోధకములు 586  
 వాంతులు 594, 596  
 వాక్స్మస్ 812  
 వాక్యము 88  
 వాక్యరేఖ ముద్రా యంత్రము 1258  
 వాగన్ టిప్లర్ 1168, 1167  
 వాగ్బట 719  
 వాట్ 208  
 వాట్-అవర్-మీటరు 1197

వాట్ మీటరు 1107  
 వాటన్ 22, 847, 495, 497  
 వాటన్ క్రికెట్ DNA సమూహ 495, 498  
 వాటన్, రాబర్ట్ 206  
 వాడిగల దవడ పన్నులు 690  
 వాడుక ప్రతిబింబము 1094  
 వాడుక బలం 1094  
 వాణిజ్య ఉపగ్రహాలు 1058  
 వాతాగ్రం 953  
 వాతామయ గ్రా ధిత 578  
 వాత్యాక్రిక 429  
 వాతావరణ కాలవ్యవస్థ 1112, 1156  
 వాతావరణ పరివర్తనము 954  
 వాతావరణ వీడనము 27  
 వాతావరణ మానవతలు 958  
 వాతావరణము 427, 428, 429, 432, 448, 452  
 456, 459, 502, 948, 954, 956, 999, 984,  
 98, 998, 999, 1000, 1008, 1022, 1092,  
 1118, 1115, 144, 1171, 1234, 1248,  
 1247, 1255, 1265, 1288,  
 వాతావరణంలో అలకదులు 957, 958  
 వాతావరణ శాస్త్రము 102, 184, 427, 432,  
 946, 950, 952, 959, 980  
 వాతావరణ సంక్షోభాలు 950, 952, 956  
 వాన్ లీవే హాక్ 611  
 వాన్ హాలి 969  
 వాన్ హెల్మోల్ట్ 5  
 వామన తాంబూలు 1042  
 వాయు కాలవ్యవస్థ 957, 979, 985, 989, 1118  
 వాయుకోశములు 728  
 వాయుబండ్ల మీటరు 1213, 1214, 217  
 వాయుగుండము 934  
 వాయుగొట్టపు కాయలిద్దు 1125  
 వాయు జీవులు 437  
 వాయు ద్రోణిలు 546, 587  
 వాయు వీడనము 960, 961, 1173  
 వాయు పురాణము 61  
 వాయు మండలము 953, 958, 959, 960, 961,  
 978, 936, 987, 988, 1000

వాయు చాచా సంస్థ 1109  
 వాయు వాహక రాయగ్రహణము 944  
 వాయు వాహక ఫోటోగ్రఫీ 946  
 వాయు వాహక స్పందన తేజ్ర పద్ధతులు 977  
 వాయువు 156, 197, 198, 199, 200, 205, 324  
 వాయువుల ధర్మాలు 157  
 వాయు శక్తి విద్యుత్ కేంద్రములు 1122  
 వారణాశి 245, 802  
 వార్షిక్ గురుత్వ మాపకము 918, 919  
 వార్షిక్యం 400, 401, 402, 403, 404, 406,  
 407, 409, 409, 568, 574, 598  
 వార్షిక్య సాంకేతికము 400  
 వారములు 8  
 వారసత్వ లక్షణాలు 287  
 వార్తా ప్రసారం 78, 1281, 1259  
 వార్షిక జాతులు 418  
 వార్షిక్ ఫ్రెక్వెన్సీ 472  
 వార్షికు, నాడే 1047  
 వాలు బయాస్ 187  
 వాల్యూ 1127, 1129  
 వాలెన్స్ ఎలక్ట్రాన్ 228  
 వాలెన్స్ కర్పణం 228  
 వాలెన్స్ పట్టి 201  
 వాలెన్స్ పట్టిక 202, 203  
 వాల్యూ 1127, 1129  
 వామింగ్టన్ 951  
 వానయోగ్యము 62  
 వాస్తుకళ 1092  
 వాస్తు శాస్త్రము 62, 861  
 వాస్తు శిల్పము 61  
 వాహకత్వము 201, 208  
 వాహక పట్టి 201  
 వాహక పట్టిక 202, 208  
 వాహక దూరవాణి పద్ధతి 1282  
 వాహకము 200, 201, 202, 1164, 1235, 1245,  
 1246, 1247, 1248  
 వాహనములు 1107, 1108  
 వాహనాలు గొట్టములు 508  
 వాహనీ హ్యూమ్స్పాండ తెలివము 664

వింత కథలు 163  
 వింతదనము సంఖ్య 166  
 వింధ్యన్ శిల 830  
 వింధ్యన్ హరివాహాలు 851, 854  
 వికట జీవులు 401  
 వికర్షణ 134, 174  
 వికర్షణ సిద్ధాంతము 158, 159  
 వికాస యుగం 58  
 వికరణ జన్య కాన్తము 804  
 వికరణ ప్రసారము 804  
 వికరణము 125, 127, 134, 140, 158, 159, 174, 175, 178, 177, 184, 304, 305, 400, 428, 629, 889, 933, 937, 955, 957, 1026, 1060, 1088, 1084, 1085, 1070, 1080, 1210  
 వికరణ శక్తి 172, 217, 230  
 వికరణ శీల శక్తి 365  
 వికరణ సంతులనం 987  
 విక్షిప్త జనపదాలు 795  
 విక్షేప జ్యామితి 51  
 విఘటనము 1174  
 విచరణము 112, 113, 114, 118  
 విజయవాడ 831, 852, 854, 1028, 1110, 1245, 1248, 1250  
 విజ్ఞాన దర్శనము 1  
 విజ్ఞాన నేత్రము 156  
 విజ్ఞాన మనగా నేమి 2  
 విజ్ఞానము ఉపయోగము 28  
 విజ్ఞాన కాన్త చరిత్ర 7, 11  
 విజ్ఞాన కాన్త శక్తిము (విద్యారంగము) 28  
 విజ్ఞాన కాన్త ప్రభావము - మానవ దృక్పథము 28  
 విజ్ఞాన కాన్త భవిష్యత్తు 38  
 విజ్ఞాన కాన్తము 97, 197, 215, 216, 306, 326, 788  
 విజ్ఞాన కాన్తము , పద్ధతులు 3  
 విజ్ఞాన కాన్తము (అక్షరాల అకారాలు) పరికరాలు 2, 3  
 విజ్ఞాన కాన్త యుగము 27  
 విజ్ఞాన కాన్తాభివృద్ధి (సమకాలీన) 21  
 విట్ 259

విటమిన్ ఇ 615  
 విటమిన్ ఎ 540, 615  
 విటమిన్ కె 615  
 విటమిన్ డి 274, 298, 574, 615  
 విటమిన్ బి 296, 540, 654  
 విటమిన్ బి<sub>12</sub> 559  
 విటమిన్ వికాన్సెక్స్ 618  
 విటమినుల లోపము 540  
 విటమిన్ బి<sub>12</sub> మారోపి 650  
 విటమిన్ సి 296, 297, 574, 618  
 విటమినులు 21, 298, 270, 273, 274, 282, 288, 296, 297, 372, 414, 442, 461, 540, 585, 588, 554, 555, 578, 602, 607, 618, 615, 671, 696, 701, 705, 727, 775, 777, 778, 779, 780, 798, 1274, 1286  
 విట్రయస్ 15  
 విడికాన్ 1288  
 విత్తనపు పొత్తెళ్ళు 656  
 విత్తనము 326, 385, 376, 377, 381, 403, 407, 408, 412, 422, 425, 427, 429, 448, 444, 445, 446, 469, 743, 753, 759, 760, 761  
 విత్తనాలు మొలకెత్తుట 379  
 విత్తులులేని పండ్ల చెట్లు 900  
 విదరింగ్, విలియం 611  
 విదళన చర్యలు 158  
 విదళనము 338 418  
 విదేశజాతి పశువులు 674  
 విదేశ మౌలిక ద్రవ్యము 787  
 విదేశీయ జాతి పశువులు 689  
 విద్య 779, 780  
 విద్యా కేంద్రాలు 802  
 విద్యుచ్ఛక్తి 133, 153, 158, 302, 672, 922, 993, 994, 1129, 1147, 1148, 1152, 1154, 1155, 1156, 1159, 1181, 1172, 1180, 1188, 1191, 1197, 1199, 1202, 1214, 1221, 1224  
 విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి 1180  
 విద్యుచ్ఛక్తి కాన్తము 188

విద్యుచ్ఛక్తి మూత్రాలు 99

విద్యుచ్ఛాపము 1145

విద్యుచ్ఛాలక బలమార్పిణులు 1206, 1207

విద్యుచ్ఛాలక బలము 1186, 1187, 1188, 1189, 1190, 1191, 1194, 1197, 1198, 1200, 1202, 1210, 1211, 1214

విద్యుజ్జ్వలక పద్ధతులు 1153

విద్యుజ్జ్వలకము 1148, 1153, 1160, 1163, 1164, 1165, 1171, 1172, 1180, 1192, 1196, 1201, 1206

విద్యుత్ 193, 196, 200, 780, 885, 1187, 1192, 1193, 1216, 1222, 1238, 1240, 1243, 1247, 1266

విద్యుత్ అయస్కాంత పద్ధతులు 875

విద్యుత్ ఆయస్కాంత శాస్త్రము 14

విద్యుత్ ఆర్థిక వ్యవస్థ 1149, 1224

విద్యుత్ ఉత్పాదన కేంద్రము 1225

విద్యుత్ ఉత్పాదనముల పర్యాటకము 1219

విద్యుత్ ఉత్పత్తి 309

విద్యుత్ కంపనాలు 392, 393

విద్యుత్ కాంతి 709

విద్యుత్ కేంద్రము 1123, 1160, 1162, 1200, 1207, 1211

విద్యుత్ కొలుములు 1187

విద్యుత్ శక్తి 177, 180, 181, 187, 200-203, 224, 1243, 1249

విద్యుత్ గతి శాస్త్రము 206

విద్యుత్ ఘటము 999, 1154

విద్యుత్ పూతం 504

విద్యుత్ తంత్రములు 1216, 1217

విద్యుత్ తరంగము 186, 185, 183, 210, 213

విద్యుత్ నిరోధకము 1192, 1220, 1281

విద్యుత్ నిరోధక శక్తి 200

విద్యుత్ పంపిణీ వ్యవస్థ 1195, 1214

విద్యుత్పరికరములు 1202

విద్యుత్ పథకము 1159

విద్యుత్ పద్ధతులు 874

విద్యుత్ పరికరము 1212

విద్యుత్ప్రవాహము 15, 186, 504, 875, 1153, 1154, 1183, 1184, 1185, 1189, 1197, 1169, 1193, 1195, 1196, 1197, 1202, 1205, 1207, 1208, 1210, 1212, 1215, 1220, 1221, 1231, 1249

విద్యుత్ ప్రసారము 221

విద్యుత్ ప్రేరణ 1207

విద్యుత్ బంధకపు మానె 1212

విద్యుత్ బంధకము 186, 1183, 1205, 1210, 1212, 1213

విద్యుత్ బంధకముల గుచ్ఛము 1205

విద్యుత్ భ్రమణి 1196

విద్యుత్ మాపక సాధనాలు 202

విద్యుత్ రేఖలు 180

విద్యుత్ వలయము 1196, 1200, 1206, 1211, 1212

విద్యుత్ వలయ విచ్ఛేదన 1211, 1212, 1213

విద్యుత్ చాపకము 183, 220, 1202, 1203

విద్యుత్ వినియోగము 1224

విద్యుత్ విశ్లేషకము 651

విద్యుత్ విశ్లేషక క్రియ 1256

విద్యుత్ వ్యవస్థ 1195

విద్యుత్ శక్తి 14, 199, 1120, 1121, 1123, 1124, 1182

విద్యుత్ శక్తి 1150, 1199, 1203, 1203, 1207, 1219, 1221

విద్యుత్ సరఫరా 1143, 1200, 1202, 1203, 1205, 1206

విద్యుత్ సరఫరా వ్యవస్థ 1149, 1196

విద్యుత్ సరఫరా రేఖ వలము 1201

విద్యుత్ సాంకేతిక విజ్ఞానము 1147, 1149

విద్యుత్ సాంకేతిక నిర్మాణములు 1149, 1152

విద్యుత్ సామర్థ్యము 1202, 1203

విద్యుత్ స్పందనాలు 207, 907, 944

విద్యుత్గ్రహములు 1231

విద్యుత్ప్రవాహము 944, 1150, 1152

విద్యుత్ప్రవాహ శక్తి 124

విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు 34, 127, 133,  
134, 135, 136, 175, 179, 180, 206, 945,  
1242, 1243, 1245

విద్యుదయస్కాంత ధర్మములు 150

విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు 924, 925, 1185,  
1187

విద్యుదయస్కాంత ధృవము 1171, 1172

విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ 1154, 1156

విద్యుదయస్కాంత వర్ణ పటము 257, 943

విద్యుదయస్కాంత వర్ణ పట్టిక 132

విద్యుదయస్కాంతము 125, 885, 920, 1280,  
1257

విద్యుదయస్కాంత వికరణము 139

విద్యుదయస్కాంత కాంత్రము 1183

విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము 1150, 1158

విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము 195, 926, 927,  
948, 1189, 1190

విద్యుదుత్పత్తి 1105, 1121, 1146, 1149, 1150,  
1151, 1153, 1157, 1158, 1159, 1162,  
1164, 1171, 1172, 1173, 1178, 1179,  
1183, 1184, 1188, 1199, 1224, 1225

విద్యుదుత్పాదన కేంద్రము 1152, 1198, 1201,  
1202, 1214

విద్యుదుపకారకాలు 802

విద్యుద్వలయము 1193, 1220, 1222, 1243,  
1247

విద్యుద్వలయ విశ్లేషణలు 1214, 1215

విద్యుద్వహనం 187

విద్యుదాఘాతం 290, 1215, 219, 1220, 1221

విద్యుదాధార పద్ధతులు 921, 924, 925,

విద్యుదావేశ నిత్యత్య సూత్రము 164

విద్యుదావేశము 126, 127, 130, 184, 148,  
149, 158, 159, 160, 164, 168, 172, 313,  
221, 222, 227, 230

విద్యుద్వృత్తములు 940, 1150, 1152

విద్యుద్ధృగ్-గోళము 1221

విద్యుద్ధృగ్ గుచ్ఛములు 1200

విద్యుద్ధృగ్ తొడుగు 1217, 1219

విద్యుద్ధృగ్ము 1203, 1204, 1208

విద్యుద్వాహక త్వము 18

విద్యుద్వాహక పద్ధతి 921, 922

విద్యుద్వాహకము 180, 187, 1183, 1187, 1190,  
1191, 1192, 1193

విద్యుద్వాహక వస్తువు 943

విద్యుద్దీపాలు 287, 1193, 1202, 1212

విద్యుద్విశ్లేషక పద్ధతులు 229

విద్యుద్విశ్లేషక సహనము 1187

విద్యుద్విశ్లేషక ఘటము 1289

విద్యుద్విశ్లేషక పద్ధతి 875, 1145

విద్యుద్విశ్లేషక శక్తి 204, 1145

విద్యుద్విశ్లేషకాలు 180

విద్యుద్విశ్లేషకము 1187

విద్యుద్వాహకము 1197

విన్ పీల్డ్ ప్లాట్ 80

వివాహ గ్రంథాలు 288

వినియోగము 345

వినియోగ జలగతి 1101

వినియోగ జలశంకరము 1099, 1100, 1101

వినియోగ లోహ కాంత్రము 1229

వినియోగ విద్యుత్ విజ్ఞానము 1148

వినియోగదారునికి విద్యుత్తును అందజేయు రీతి 1218

వినియోగదారుడు 119, 1226

వినియోగదారు 782

వినియోగ పరిణామము 281

విభజన 447, 655

విభాగనామము 80

విభాగాలు 11

విభాగ్య కణజాలము 876, 877, 407, 408, 414

విభాజక పటము 524

విభాజము 517

విభాజనా సిద్ధాంతము 98

విభేదన 876

విభేదన నిర్ణయం 419

విమనస్కత 561

విమాన ఛాయాచిత్రాలు 818

విమానము 190, 209, 877, 886, 1122

విమానమునుండి చేయు సర్వే 1087, 1088

విమాన యానము 1181



- విమానాశ్రయము 1084  
 విమోచనకుల 917, 918, 919  
 వియక్తాం 954  
 వియెన్నా 485  
 వియోగం 221  
 వియోజనం 18, 287  
 విరంజనము 1281  
 విరూపకారకత 819, 852, 854, 855, 885  
 విరూపణము 151  
 విరూప శలం 814  
 విరేచనకారులు 588  
 విల్ ఫ్రెడ్ 158  
 విల్ హెల్మ్ హాఫ్ మెస్టర్ 382  
 విల్డ్ తెగుళ్ళు 444  
 విలియమ్ గిల్బర్ట్ 4  
 విలియమ్ స్మిత్ 841, 843  
 విలోమ అస్తిత్వము 80  
 విలోమము 490, 491  
 విల్సన్ 345, 479, 480  
 విల్సన్ వ్యాధి 850  
 విల్సన్ 1058  
 వివర్తనం 187, 188  
 వివిధ గృహపరికరములకు విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగము 1222  
 వివిధ నక్షత్ర చర్చములు 1041  
 వివిధ పరిశ్రమలకు అవసరమగు విద్యుచ్ఛక్తి 1228  
 వివిధ భారతి ప్రసారాలు 1250  
 వివిధ మాత్రా రూపాలు 1287  
 వివిధ రకముల రియాక్టర్లు 1186  
 వివిధ వినాశగ్రంథులు 824  
 వివృతచలయ శీతలీకరణము 1171  
 విశాఖపట్టణము 25, 821, 833, 858, 881, 889, 107, 1028, 1250  
 విశిష్ట నిరోధకశక్తి 921, 922  
 విశిష్ట సాపేక్షతా సిద్ధాంతము 143, 144, 145, 146  
 విశిష్టోష్ణము 201, 205, 385  
 విశ్లేషణ 113, 115, 280  
 విశ్వకిరణ తీవ్రత 157  
 విశ్వకిరణ దూరదర్శని 157  
 విశ్వకిరణ పరిశోధనలు 157, 168  
 విశ్వకిరణాలు 158, 158, 159, 162, 163, 172, 291  
 విశ్వవిర్మితి 125  
 విశ్వవచార్థము 1014  
 విశ్వరూపం 41, 189  
 విశ్వవిస్తరణ 1074, 1075, 1078  
 విశ్వసృష్టి 174  
 విశ్వసృష్టి సిద్ధాంతములు 1074  
 విష జీవులు 853  
 విషజ్వరము 714  
 విషవచార్థములు 625  
 విషమ పరివర్తనము 594  
 విషము 825  
 విషయయుగ్మజం 467, 470  
 విషవాయువు 1114  
 విషసేవనం 825  
 విసర్జన మండలము 389  
 విసర్జనము 388, 391  
 విస్కోజ్ కేయాన్ 254  
 విస్తరణ 1245, 1246, 1247  
 విస్తరణ పరివర్తనము 1245  
 విస్త్రుతి విధానము 1250  
 విస్తరణ సిద్ధాంతము 740  
 విస్తృతి విశ్లేషణ 105  
 విస్తారము 1247, 1248  
 విస్ఫోదన దిగ్విషయము 14  
 విస్ఫోటన గుణము 252, 980, 984, 987  
 విహంగ ఛాయాగ్రహణం 813  
 వీనులు 18  
 వీర్యకణము 808  
 వీర్యగ్రాధి 808  
 వీర్యము 683, 729  
 వీన్ మన్ 485  
 వుబ్బు రోగము 540  
 వుల్ఫ్ 158  
 వ్యూహము 515  
 వ్యూహము - అతిసూక్ష్మ - దర్శని దృశ్యము 514  
 వ్యూహపరి గ్రంథులు 858

వైరన్ తెగుళ్ళు 759  
 వైరన్లవల్ల కలిగే వ్యాధులు 828  
 వైరూపాలు 573, 577, 578, 579, 580  
 వైవిధ్యము 819, 820, 821, 825, 827, 828, 831, 419  
 వైవిధ్యములో వ్యత్యము 822, 824  
 వైకాల్యము 99  
 వైశ్లేషిక రేఖాగణితము 49  
 వైస్టాన్ 51  
 వోల్టా 15  
 వోల్టా టుటరు 1187  
 వోల్టలు 149, 156, 158, 184  
 వోల్టేజి 200, 803, 1148, 1187, 1195, 1199, 1100, 1202, 1204, 1205, 1207, 1208, 1211, 1213, 1214, 1228, 1249  
 వ్యక్తిగత పరిశుభ్రం 642  
 వ్యతికరణము 18, 187, 188  
 వ్యతిరేక కణము 159, 180, 172  
 వ్యతిరేక కణ సావ్యవస్థ 188  
 వ్యతిరేక కయాన్ 165  
 వ్యతిరేక ద్రవ్యము 168  
 వ్యతిరేక మూట్టకో 148  
 వ్యవస్థాపకము 1192, 1196  
 వ్యవస్థ ప్ర బంధాలు 253  
 వ్యవస్థ ప్ర రేడియో పంపిణీ 640, 641  
 వ్యయ ముత్తులు 766  
 వ్యవసాయ ఆర్థిక కాన్ఫ్రమ్ 762  
 వ్యవసాయ కమితము 762  
 వ్యవసాయ కళాశాల 784, 789  
 వ్యవసాయ కేంద్రము 105  
 వ్యవసాయ గ్రేడింగు మార్కెటింగు చట్టము 770  
 వ్యవసాయదారుడు 428  
 వ్యవసాయ దిగుబడి 782  
 వ్యవసాయ పోముట్ల 760  
 వ్యవసాయ పరిశోధన 784, 785  
 వ్యవసాయ పంక్తి 785  
 వ్యవసాయపు పనులు 760  
 వ్యవసాయ ప్రైవేట్ కార్పొరేషను 769  
 వ్యవసాయ బోధన 789

వ్యవసాయ మార్కెటింగు 789  
 వ్యవసాయము 7, 152, 154, 452, 455, 497, 730, 732, 734, 738, 744, 751, 767, 768, 782, 784, 797, 799, 953, 959, 990, 992, 1081, 1092, 1098, 1226, 1284  
 వ్యవసాయ రంగం 164, 91, 294, 300, 427, 730, 721, 769, 786, 801, 886, 977, 1198  
 వ్యవసాయ వ్యవహార విశ్లేషణ 765  
 వ్యవసాయ విప్లవము 738  
 వ్యవసాయ విద్య 788  
 వ్యవసాయ విశ్వ విద్యాలయము 686, 740, 741  
 వ్యవసాయ విశ్వ విద్యాలయములోని విద్యా విభాగం 740  
 వ్యవసాయ కాన్ఫ్రమ్ 780  
 వ్యవసాయ కాన్ఫ్రమ్ 301  
 వ్యవసాయాధార పరిశ్రమలు 762  
 వ్యవసాయోత్పాదన రంగం 785  
 వ్యాకోచము 198, 375, 397, 398, 399  
 వ్యాధి క్రిములు 718  
 వ్యాధి నిరోధక టీకాలు 699  
 వ్యాధి నిరోధకత 427  
 వ్యాధి నిరోధక శక్తి 274, 444, 588, 690  
 వ్యాధి సంక్రమణలు 567  
 వ్యాధుల నివారణ 215  
 వ్యాధులు 274, 278, 281, 404, 435, 444, 445, 461, 462, 540, 599, 604, 605, 609, 613, 619, 658, 674, 705, 751, 1111  
 వ్యాపక సర్వే 087  
 వ్యాపారము 789  
 వ్యోమగాములు 1014  
 వ్యోమ పౌక 1009  
 శంకువులు 580  
 శంఖువు 814  
 శక్తి 125, 128, 146, 150, 152, 153, 178, 179, 178, 180, 183, 188, 193, 194, 195, 198, 201, 213, 217, 222, 237, 269, 279,

279, 287, 289, 328, 356, 357, 359, 360,  
368, 390, 405, 428, 793, 1152, 1163,  
1174

శక్తి అంతరము 205

శక్తి ఉత్పాదన 1120

శక్తి జ్యేష్ఠతా కాలము 943, 947

శక్తి గ్రాహకము 359

శక్తి గ్రాహకచర్య 357

శక్తి నివృత్త్యము 1174

శక్తి నివృత్త్య నియమము 302

శక్తి నిర్వ 380

శక్తి పట్టికము 201, 202

శక్తి ప్రవాహగతి 428

శక్తి మార్పు 217, 218, 358

శక్తి మూలాధారములు 1120

శక్తి యోచక క్రియలు 357

శక్తి యోచకము 358

శక్తి వర్ణ పటము 205

శక్తి వికిరణ పానః పువ్యము 139

శక్తి వికిరణము 139

శక్తి విమోచక ప్రక్రియలు 153

శక్తి సమీకరణము 142

శక్తి స్థాయిలు 150, 175, 176, 195, 201, 202,  
203, 205

శక్తి ప్రవాహ సిద్ధాంతము 373

శక్తి భేదము 203

శక్తిము 151, 1186, 1193, 1194, 1195, 1200,  
1205, 1215, 1216

శక్తి వ్యత్యాసము 1187

శక్తింతరము 280, 303

శక్తి వర్ణ ప్రావృత్తము 81

శక్తి గ్రహము 100, 1015, 1022, 1023, 1078

శక్తి 145

శక్తితరంగాలు 973

శక్తిపేటిక 728

శక్తివ్యాపన 973

శక్తి పుష్కర్తి పరిశీలన 110

శక్తి ద్రవ్యము 401

శక్తి నిర్వాణం 449, 472

శక్తిమూలాల నిర్వాహక గ్రంథాలు 507

శక్తిమూలాల రకాలు 578

శక్తిమూలాలు 573

శక్తిస్థానము 721

శక్తిచిహ్నము 20, 529, 544, 560, 568, 589,  
572, 573, 575, 577, 578, 584, 588, 588,

589, 592, 593, 595, 598, 597, 599, 611,

623, 634, 637, 638, 643, 654, 657, 658,

659, 660, 665, 668, 677, 678, 679, 680,

715, 720

శక్తిపద్ధతి ప్రకారం కాధానియంత్రణ 568

శాంపుల్ అవరణము 100, 101

శాటిక 59

శామ్మూల్ బట్లీ 80

శరీరక కణము 382

శరీరక శాస్త్రం 962

శరీరక శ్రేణి 333

శాఖామూలము 719, 720

శాస్త్రము 1086

శాస్త్రీయ పరిశోధన 216

శాస్త్రీయ ప్రక్రియ 216

శలలు 834, 836, 837, 839, 844, 849, 862,

863, 865, 874, 879, 885, 888, 910, 935,

946, 1010

శలా చరిత్ర 321

శలాజాల అధ్యయనము 840

శలాజాలు 85, 814, 839, 840, 841, 842, 843,

844, 845

శలాజీకరణము 840

శలా నిర్మితులు 913, 915

శలా యాంత్రిక శాస్త్రము 1083, 1084

శలా పరిశీలనము 836

శలాశాస్త్రము 837, 847

శలాస్తరాలు 840, 843, 850

శలఃములు 835

శలీంద్ర నాళకములు 982

శలీంద్రపు ఫంక్షన్ 852

శలీంద్ర సంహారక పదార్థాలు 992

శలీంద్రాంగాలు 447

శీలించారు 318, 322, 351, 422, 482, 487,  
488, 440, 441, 442, 448, 445, 498, 619,  
622

శిల్పి 60

శిశు వక్షవాతము 546

శిశువాతం 579

శిశువు 449, 450, 464, 566, 590, 598, 599,  
600, 802, 804, 814

శిశువుల పరిరక్షణ నాళిక 22

శిశుము 637

శిశుము 634, 1171

శిశువుల ఎడారులు 428

శిశువుల జలవ్యవస్థ 1171

శిశువుల పు గోపురము 1171

శిశువుల ము 197, 198, 199, 1179

శిశువుల పంటలు 1106

శిశువులము 982, 989, 1005

శిశువుల పరిస్థితి 782, 799, 958

శిశువుల పరిస్థితి 431, 819, 820, 828, 828, 948,  
949, 954, 958, 960, 957, 989

శిశువుల భూ వ్యయం కామ్రము 819

శిశువుల మండలాలు 981, 984

శుక్ర కణాలు 390, 418, 461, 463, 464, 472,  
473, 474, 476, 478, 479, 480

శుక్రకణ జననము 478

శుక్రజనన వ్యవస్థ 476, 477

శుక్రము 1014, 1016, 1018, 1077, 1078

శుక్ల పక్షము 1007

శుద్ధ గణితము 48, 47, 58

శుద్ధసంయోగశీల సిద్ధాంతము 344

శూన్యం 147, 163, 168, 182, 195, 204, 307

శూన్య ఉష్ణోగ్రత 198

శూన్య కె మీసాన్ 161

శూన్య కై 161

శూన్య నాళిక 185, 186, 1228

శూన్య వై మీసాన్ 160

శూన్య ప్రదేశము 508

శూన్య లామూ 161

శూన్య సిగ్మా 161

శూన్యస్థాయి శక్తి 142

శృంగార వృక్షావధానాలు 426

శేషాంతము 724

శైలిము 838

శైలిము 827, 898

శైలిము 313, 316, 222, 351, 358, 456

శోభము 669

శోభావ్యములు 578

శోషకములు గ్ర భులు 517

శోషణ 127, 129, 189, 140, 154, 195, 206,  
213

శోషణరేఖ 133, 1040, 1049, 1050

శోషణాశులు 517, 518

శోషణ నాళికలు 572

శోషణావహా మండలము 517, 518

శ్రమ విభజన 355

శ్రవణ కేంద్రాలు 580

శ్రవణ గ్రాహక వ్యవస్థ 210, 211

శ్రవణ నాడులు 580

శ్రవణ నాళము 581

శ్రవణ పుటము 580

శ్రవణ యంత్రాలు 586

శ్రవణ వ్యవస్థ 580

శ్రామికులు 800

శ్రీకాకుళం 824, 832, 833, 854, 859, 869

శ్రీలంక 747, 942, 943, 1050

శ్రీశీల్ పొన్నం పెరుమ 1080

శ్రీశైలము 1157, 1161

శ్రుతి సంజ్ఞము 62

శ్రోణి 552

శ్రోణిహాసము 599, 601, 603, 606

శ్రీ పదము 571

శ్రీమృము 657

శ్వాసకండరాలు 504

శ్వాస ప్రక్రియ 15

శ్వాస క్రియ 356, 357, 359, 361, 364,  
375, 428, 510, 511, 513, 564

శ్వాస క్రియ 387 గే విధానం 511

శ్వాస క్రియలో ఉరక పంజరం 512:

శ్వాస క్రియలో వాయువుల మార్పిడి 512  
 శ్వాస కోశనాళము 720  
 శ్వాస కోశమండలము 728, 986  
 శ్వాస కోశములు 991, 528, 728  
 శ్వాస నాళిక 506, 831, 864, 728  
 శ్వాసవాహిక 510, 511  
 శ్లేశ కణములు 557

## ష

షాంగ్ హై 802  
 షికాగో 802, 1114  
 షీల్ 15  
 షుహార్ట్ వార్బర్ 117  
 షెయినరు 1058  
 షెర్మాన్ 843  
 షేఫర్ 71  
 ష్రోడింగర్ 134, 188, 140  
 ష్రోడింగర్ సమీకరణము 141  
 ష్రీఘరులు 205  
 ష్రైగర్ 1183

## స

సంకరజాతి కోడి 694  
 సంకరజాతి పశువుల ఉత్పత్తి 771  
 సంకరజాతి పశువులు 875, 778  
 సంకరజాతి వంగరాలు 787  
 సంకరజాతి విత్తనాలు 788  
 సంకరణము 489  
 సంకర వర్ధతి 483  
 సంకర సంతతులు 832  
 సంకలన పాలిమర్ 255  
 సంకలనము 28  
 సంకేత యాంత్రిక శాస్త్రము 1228  
 సంకోచన ప్రమాదం 694  
 సంకోచనము 875, 897, 898, 899  
 సంక్రమణ 569, 570, 576, 582  
 సంక్లిష్ట పకులు 655

సంక్షోభము 12  
 సంఖ్యాచారము (కొన్ని సమస్యలు) 72  
 సంఖ్యా సమతులు 48  
 సంగ్రహణ లోహశాస్త్రము 1289  
 సంగ్రహణ కేంద్రము 1207, 1214  
 సంఘటన 100, 207, 217, 218, 219  
 సంఘటనోష్ణము 287  
 సంఘటిత వ్యవస్థా సూత్రము 784  
 సంఘనక అవరోధము 1195, 1196  
 సంఘనకము 1195  
 సంచనలపు నియమములు 1108  
 సంచలనము 1107  
 సంచాయక వృక్షములు 876  
 సంచేదములు 818  
 సంతతిత ఆహారం 574, 584  
 సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత 204, 205  
 సందిగ్ధ కోణాలు 929, 930  
 సందిగ్ధత 6  
 సందిగ్ధ దూరాలు 931  
 సందిగ్ధ ప్రాంతము 108  
 సంద్యవెలుతురు 1008  
 సంవర్కిణులు 1212, 1218  
 సంవీడన తరంగాలు 828  
 సంవీడనము 197, 198  
 సంపూరక రజ్జువు 286  
 సంపూర్ణ కోణీయ క్వాంటం సంఖ్య 181  
 సంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము 1007  
 సంపూర్ణ దత్తాంశము 108  
 సంపూర్ణ దత్తాంశ సేకరణ 109  
 సంపూర్ణ లవణీయత 972, 973  
 సంపూర్ణ వివృతకోణక శస్త్రచికిత్స 887  
 సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణపు వివిధ దశలు 1029  
 సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం 1027, 1028, 1030, 1031, 1032  
 సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ మార్గము (1980) 1027, 1028  
 సంబద్ధ కాంతి కిరణము 22  
 సంబద్ధ స్వీకృతాలు 84  
 సంభావ్యత 43, 99, 100, 101, 108

సంభావ్యతా కలనము 101  
 సంభావ్యతా తత్వము 99  
 సంభావ్యతా భావన 98, 102  
 సంభావ్యతా సాంద్రతా ప్రమేయము 107  
 సంభావ్యతా సిద్ధాంతము 98, 99, 100, 102, 117  
 సంయుక్త బీజకణం 340  
 సంయుక్త బీజము 388, 418, 445, 467,  
 471, 477  
 సంయోగ పదార్థాలు 17, 215, 219, 220,  
 221, 227  
 సంయోగ బీజము 344, 345, 365, 421, 465,  
 466, 467, 439, 470, 472, 473, 484, 485  
 సంయోగాలు 115, 411  
 సంయోజకత 202  
 సంయోజన 280, 290, 460  
 సంయోజనీయ పదార్థాలు 229  
 సంయోజిత ఎరువులు 239, 244  
 సంయోజిత పద్ధతులు 219, 232  
 సంయోజిత పాలిమిర్ 219, 253, 255  
 సంలీన ప్రక్రియ 153  
 సంలీనము (పరిమాణ) 22  
 సంవత్సరము 8, 1033  
 సంవృత వ్యవస్థలు 230  
 సంవృతి న్యాయము 79  
 సంవేదనా మూలము 648  
 సంక్లిష్ట తంతువులు 24, 27  
 సంశ్లేషణ 228, 235, 350, 352, 356, 449  
 సంశ్లేషణ జ్యోమితి 50  
 సంశ్లేషిత పాలిమిర్ 215  
 సకశేరుక జంతువులు 842, 844  
 సకశేరుకాల మెడదు 324  
 సకశేరుకము 341, 323, 336, 389, 394,  
 399, 431  
 సగటు సముద్ర మట్టము 1087  
 సచ్చిద్రత 232  
 సజీవ పదార్థము 279

సజీవులు 215  
 సజ్జ 412, 670, 733, 757, 761  
 సట్టన్, డబ్ల్యు 344, 345  
 సదాజల కాలువలు 1104  
 సదిశ పరమాణు నమూనా 180  
 సదిశ రాకులు 130, 132  
 సదిశ విశ్లేషణము 130  
 సన్నిపాత జ్వరము 545  
 సహానిఫికేషన్ విలువ 1276  
 సప్తపథ 523  
 సప్తర్షి మండలం 1034  
 సబ్ ఆర్క్ నాయిడ్ స్థలం 527  
 సబ్బు పరిశ్రమ 1278  
 సమంజసమైన అవ్వయాలు 101  
 సమకాల సర్వేక్షణ సవరణ 915  
 సమకాల త్రిభుజము 46  
 సమగ్ర దాదా ఆహార మిశ్రమము 672  
 సమగ్ర పోషక ఆహారము 671, 688  
 సమతలము 814  
 సమతల సర్వే 1087  
 సమకాన్తి 897, 982  
 సమతూనికాహారం 780  
 సమవ్యయితము గల దృష్టి 582  
 సమయగృహం 467, 470  
 సమయోజనీయ పదార్థాలు 227  
 సమయోజనీయ బంధము 225  
 సమయోజనీయము 257  
 సమయోజనీయ సంయోగ పదార్థాలు 225  
 సమలింగ జీవులు 481  
 సమలింగాలు 482, 483  
 సమవిభజనలు 333, 334, 333, 337, 342, 412,  
 471, 472, 473, 478  
 సమవేత తంతుకములు 582  
 సమశీతోష్ణ వృ అరచార్వాలు 423  
 సమశీతోష్ణ మండలము 327, 334, 408, 456, 974  
 సమశీతకత 50

సమస్త సహసంబంధకా గుణకము 108, 107  
 సమ సంభవాలు 101  
 సమస్త పదార్థము 789  
 సమస్థానీయము 204, 205, 305, 1176, 1178  
 సమాకలన గణితము 49  
 సమాకలన సమీకరణాలు 52  
 సమాకలన సాధన పరియములు 1282  
 సమాంతర పరియాలు 189, 190  
 సమాచార ఉపగ్రహాలు 1288  
 సమాంతర బలాల సూత్రము 9  
 సమాంతర శ్రేణి 73  
 సమాంతర స్వీకరాలు 84  
 సమాన సంభావ్యతలు 111  
 సముచ్చయము 89  
 సముద్ర గర్భస్థ పరివృత్తాలు 940  
 సముద్ర జలం 339  
 సముద్ర తీరములు 883  
 సముద్ర పరిసరాల వర్గీకరణ 986  
 సముద్ర భూతలం 941, 942  
 సముద్ర భూతల గర్భజీవులు నేకరణ పరికరము 989  
 సముద్ర భూతలాంశృతి 940  
 సముద్ర భూ భౌతిక శాస్త్రము 939, 941  
 సముద్ర భూ విజ్ఞాన శాస్త్రము 886, 889  
 సముద్ర భౌతిక శాస్త్రము 970  
 సముద్ర మధ్యస్థ కటకము 940  
 సముద్ర యానము 1181  
 సముద్ర విజ్ఞాన శాస్త్రం 948  
 సముద్ర శాస్త్రము 20  
 సముద్రాంతరిక నిదరులు 888  
 సముద్రాంత స్థలము 988  
 సముద్రాలు 888, 940, 941, 949, 958, 985, 986, 970, 973, 974, 975, 981, 1084, 1100, 1234  
 సమ్మేట చెబ్బల పద్ధతి 1144  
 సమ్మేట ప్రమోత 82  
 సమ్మేట యంత్రములు 1144

సమ్మేళనాలు 287  
 సయనిక్ రంగులు 282  
 సయినోఫైటా 313  
 సయామిన్ ట్యూన్స్ 589  
 సయాము 774  
 సర్ ఆలివరు లాడ్జి 1058  
 సర్ శేముస్ సింప్సన్ 811  
 సర్ రాబర్ట్ సన్ వాట్ 1284  
 సర్ రైట్ మార్షిన్ 1087  
 సర్ రోజర్ జేన్ 811  
 సర్ రోహార్డ్ రాస్ 587  
 సర్ విలియం హార్వే 811  
 సర్ హంప్రీ డెవిడ్ 1188  
 సర్ హిరామ్ మాక్స్ 210  
 సరఫరా తంత్రీ మార్గము 1188, 1199, 1200, 1214  
 సరక ఏకాల్పకణ యాగికాలు 282  
 సరక యాన్విచ్ఛి ప్రతిరూప గ్రహణము 109, 111  
 సరక రేఖలు (బ్యామితిలో 84 99  
 సరాసరి 102, 104, 105  
 సరిస్పాటు 889, 898, 848  
 సరళీయత 59  
 సర్కూట ప్రేక్షక 1200, 1206, 1212  
 సర్ప గంధి 25  
 సర్పిలత 48 182  
 సర్వ సమానత్వ స్వీకరాలు 84  
 సర్వే 111, 1087  
 సర్వే ఉద్దేశము 1086  
 సర్వేక్షణ పద్ధతి 919  
 సర్వేక్షణ విధానము 914  
 సర్వే పద్ధతులు 1087  
 సర్వేపల్లి రాధాకృష్ణన్ 739  
 సర్వేయందు వాడు సాధనములు 1087  
 సర్వేయి 8 1086  
 సర్వే ట్ అనికాలు 228

నల్పర్ 220, 270, 308, 314  
 నల్పా బాషరాలు 276, 277, 278  
 నల్పా నమైడ్ 22  
 నల్పా నిలమైడ్ ఉత్పన్నాలు 277  
 నల్పా నిలమైడ్ 25  
 నల్పా నేషన్ 261  
 నల్పా పిరిడిన్ 26  
 నల్పా మందులు 21  
 నల్పేలు 10  
 నల్ప్యోగి కాపుము 232, 240, 248  
 నవన్నాలు 422  
 నవాయి 597, 603  
 నవాయి వ్యాధి 6, 9, 654  
 నవామేహపు త్రైత్యము 611  
 నవామేహము 463  
 నవ్య వాచనము 447  
 నవ్య చంద్ర 739, 741, 751, 756, 982  
 నవ్య రత్న చంద్ర 55  
 నవ్య రత్న పద్ధతులు 751  
 నవాకార మార్కెటింగు 770  
 నవాకారము 767  
 నవాకార సముములు 767, 768, 769  
 నవాచర్య వ్యాయము 80  
 నవా అర్థవాహకములు 202, 208  
 నవాజ ఎరువులు 239  
 నవాజ కారకము 511  
 నవాజ శత్రుజ్ఞాన కాత్రము 124  
 నవాజ తైలములు 1274  
 నవాజ పాలిమిర్లు 553  
 నవాజ రబ్బర్ 254  
 నవాజ నదులు 790, 792, 793, 794, 798, 799, 800, 1089  
 నవాజ వాయువు 250, 251, 880, 918, 914, 915, 1100, 1164, 1165, 1265  
 నవాజ సంఖ్యలు-సంయుక్త సఖ్యలు 73  
 నవాలగ్నత 344, 345  
 నవాలగ్న సముదాయము 344, 345

నవాస బంధనా గుణకము 107  
 నవా సంబంధము 350  
 నవాజ కేరిస్ 179, 180  
 నవాకా 982  
 నవాగ్రి 827  
 నవాగ్రి పర్యవేక్షణ 822  
 సాంకేతిక పరిజ్ఞానము 1262  
 సాంకేతిక ప్రగతి 878  
 సాంకేతిక రంగ యత్ర నిర్మాణ 40  
 సాంకేతిక విజ్ఞానము 21, 1130, 1244  
 సాంకేతిక విజ్ఞానము 783, 784, 792, 793  
 సాంకేతిక కాత్ర అనువర్తన ఉపగ్రహము 252  
 సాంకేతిక కాత్రము 1023, 1119  
 సాంకేతిక అనుమతి 97, 98  
 సాంకేతిక గుణ నియంత్రణ 115, 116  
 సాంకేతిక గుణ నియంత్రణ పద్ధతులు 119  
 సాంకేతిక పరికరాలు 102, 103, 108  
 సాంకేతికము 103, 104, 105, 108, 107  
 సాంకేతిక విజ్ఞాన కాత్ర పరిచయము 97  
 సాంకేతిక కాత్ర పద్ధతులు 116  
 సాంకేతిక కాత్రం 57, 97, 98, 99, 102, 108, 112, 122  
 సాంకేతిక సాధకతా పరికర 107, 108  
 సాంకేతిక పురోగతి 28  
 సాంకేతిక ప్రచేదన 804, 810  
 సాంకేతిక భూగోళ కాత్రం 807, 808, 809, 810  
 సాంకేతిక కాత్రం 809  
 సాంకేతిక 286, 287  
 సాంకేతిక వ్యవసాయ కార్యక్రమము 782, 783  
 సాంకేతిక మార్కెటింగు పద్ధతులు 769  
 సాంకేతిక వాహకత్వపు సిద్ధాంతము 210  
 సాంకేతిక జాడ్యములు 544  
 సాంకేతిక వాహకాలు 797, 798  
 సాంకేతిక వ్యవసాయం 970  
 సాంకేతిక విజ్ఞాన కాత్ర 929  
 సాగు చేయుట 7  
 సాగునీటి వాడుక 759



సాగుభూమి నిర్వహణ 749

సాడ్ కార్బన్ 14

సాతత్య సమీకరణం 1101

సాత్వికాహారం 781

సాధారణ చర్మవ్యాధులు 854

సాధారణమైన జంతు జీవిత చక్రము 284

సాధారణ రక్తము 411

సానపట్టు యంత్రము 1142

సాపేక్షతా 143

సాపేక్షతరంగ సమీకరణము 142

సాపేక్షతా జ్యామితి 148

సాపేక్షత వాదము 142, 145, 148

సాపేక్షత సిద్ధాంతము (ఐన్ స్టీన్) 21, 30, 43, 147, 187, 1062, 1074

సాపేక్ష పానా పువ్య విలువ 101

సాపేక్ష పానా పువ్యస్వయము 100, 101

సాపేక్ష విశ్వసృష్టి సిద్ధాంతము 1075

సామాన్యముగా వచ్చు సుఖవ్యాధులు 597

సామాన్య లోలకము 191

సామాన్య విభజనము 104, 108, 117

సామాన్య వివరణ 7

సామాన్య శిలలోని ఖనిజములు 895

సామూహిక జనపదాలు 795

సామూహిక సమూహా 151, 152

సారా 20, 275

సారాః శత్రుదక హేతువాదము 88

సార్థక తాస్థాయి 108, 104

సావ్యక్తిక వర్ణకులు 51

సార్ 287, 293

సార్ట్ పీటర్ 15

సింకోనా 745

సింకోనా చెట్టు 1286

సింక్రోట్రాను వర్ణతి 1083, 1070

సింక్రో వై ల్ 207

సింటిలేషన్ కాంటర్ 876, 877, 933, 944

సింథటిక్ జ్యామితి 48

సింద్రి 244

సింధు 828

సింధు-గంగామైదానం 850

సింధు నాగరికత 613

సింప్సన్ 20

సి. ఇ. మెక్లింగ్ 477

సి. ఎ. కోడ్ 1022

సిక్కిమ్ 825

సిగ్మా 165

సిజారియన్ సెజన్ ఆపరేషన్ 610

సి. టి. ఆర్. విల్సన్ 156

సిట్రీకాష్టుపు వలయము 859

సి డబ్ల్యు. కారన్ త్వయిట్ 430

సి. డి. లామార్క్ 841

సిద్ధబీజదళ 409, 396, 441

సిద్ధబీజాలు 285, 498

సిద్ధవై ద్యం 618

సిద్ధాంత శాస్త్రము 1094

సిద్ధాంతాలు 217, 221

సిమెంట్ 219, 232, 234, 285, 286, 855, 1224, 1270, 1272

సిమ్మండ్స్ వ్యాధి 658

సిమ్లా 802, 826

సి. యమ్. మాకోలియడ్ 495

సిరమిక్ టెక్నాలజీ 1289

సిరమిక్ పరిశ్రమలు 1270, 1274

సిరమిక్ సాంకేతిక విజ్ఞానము 1270

సిరలు 511, 513, 517, 524, 525, 725

సిరియసి 170, 171

సిరియస్ జంట వక్షత్రము

సిరియా 719

సిలికన్ డై ఆక్సైడ్ 282

నిలికాన్ 21, 188, 202, 203, 289, 280,  
 308, 865, 871, 908, 1260  
 నిలికేట్లు 282, 285  
 నిలియరీ బాడీ 530, 532  
 నిలిసిక్ అష్టుం 282  
 నిల్కు 26  
 ని చిటమిన్ 540  
 నివిలు ఇంజనీరుంగు 1081, 1082, 1085, 1099,  
 1098, 1115, 1117  
 నివిలు ఇంజనీరుంగు ఉపకాళులు 1082  
 నిస్టమ్ పాప్ట్ వేక్ 1254  
 నిస్ట్రాన్ 349  
 సిగల్ 459  
 సిజియమ్ 194  
 సిజియమ్ గడియారము 195, 196  
 సిజియమ్ పరమాణువు 195  
 సికాఫలం తెగులు 759  
 సికోనై టిక్ తంతువు 458  
 సివాల్ రైట్ 323  
 సినపు కార్బనేటు 10  
 సినము 228, 831, 832, 843, 846, 858, 859,  
 సుబవ్యాధులు 597  
 సుడితెగులు 752  
 సుదూర ప్రక్రియ 147  
 సున్నపు బట్టి 288  
 సున్నపు రాయి 824, 839, 843, 844, 854,  
 858, 859, 879, 928, 934,  
 సున్నము 232, 233, 1013  
 సుప్రావస్థ 381, 383, 443  
 సుమత్రా 774  
 సురక్షిత నీటి సరఫరా 1110  
 సుశ్రుత సంహిత 812  
 సుశ్రుతుడు 9, 609, 612, 719  
 సూక్ష్మక్రిములు 518, 545, 676, 706, 718

సూక్ష్మజీవ పరమాణువుల ఉత్పత్తి 309  
 సూక్ష్మ జీవశాస్త్రము 619  
 సూక్ష్మజీవులలో ఉత్పత్తి వర్తనాలు 489  
 సూక్ష్మజీవులవల్ల వ్యాపించే వ్యాధులు 620  
 సూక్ష్మజీవులు 20, 274, 275, 279, 286, 294, 295,  
 297, 308, 432, 434, 440, 442, 443, 460,  
 482, 490, 464, 502, 503, 534, 543, 570,  
 571, 577, 611, 619, 622, 649, 651, 653,  
 662, 669, 709, 718, 749, 980, 1110  
 సూక్ష్మతరంగ ఉత్పాదన 188  
 సూక్ష్మతరంగ పట విజ్ఞాన శాస్త్రము 22  
 సూక్ష్మతరంగ యంత్రాలు 184  
 సూక్ష్మతరంగాలు 21, 179, 180, 182, 183, 184  
 సూక్ష్మతరంగ వర్ణపట విజ్ఞాన శాస్త్రము 183  
 సూక్ష్మదర్శన శాస్త్రము 302  
 సూక్ష్మదర్శిని 32, 171, 301, 337, 432, 583,  
 593, 637, 651, 700, 717  
 సూక్ష్మ బీజకణములు 477  
 సూక్ష్మనస్తువుల గణితశాస్త్రము 188  
 సూక్ష్మ వాతావరణము 481  
 సూక్ష్మ వాతావరణ సిద్ధాంతము 431  
 సూక్ష్మనిర్ధ బీజాశయము 409  
 సూచికా భిన్నం 814  
 సూచికా వృక్షములు 876  
 సూచికా వ్యవస్థ 208, 210  
 సూచికా శిలాజాలు 843  
 సూటి తరంగాలు 930  
 సూతికా గృహవర్ణన 603  
 సూపరు ఫాస్ఫేటు 241, 242  
 సూర్యకాంతి 439, 1089  
 సూర్యకరణ ఘటమాలలు 1156  
 సూర్యకరణము 308, 1124  
 సూర్య కుటుంబం 999  
 సూర్యకేంద్ర నమూనా 13  
 సూర్య గ్రహణములు 1008, 1027

మ్యాట్రిక్స్ 39, 216, 238, 296, 308, 357,  
488, 444, 639, 741, 775, 790, 957, 960,  
967, 971, 972, 974, 988, 1120, 1243,  
1289

మార్గ వికరణము 459

మార్కుడు 8, 9, 133, 142, 148, 153, 189,  
191, 228, 309, 353, 789, 848, 892, 899,  
900, 901, 944, 971, 978, 974, 985, 993,  
999, 1000, 1001, 1002, 1003, 1005,  
1006, 1007, 1010, 1011, 1014, 1015,  
1016, 1018, 1020, 1024, 1025, 1026,  
1028, 1029, 1030, 1031, 1032, 1033,  
1035, 1036, 1037, 1038, 1040, 1041,  
1042, 1043, 1046, 1051, 1053, 1057,  
1058, 1060, 1064, 1067, 1068, 1070,  
1071, 1072, 1077, 1079, 1088, 1151,  
1156, 1236

మార్కుడు - గ్రహాలు 147

మార్కుని ఉష్ణోగ్రత 18

మార్కునిచుట్టును గ్రహము-తిరిగిదు మార్గము 1016

మార్కుని వర్ణచలము 1008

మెట్రోయోల్స్ 354, 355, 471

మెట్రోమియర్ 387, 399, 341

మెక్స్ హార్మోన్స్ 853

మెగ 598

మెట్రింగ్ 285, 283

మెప్స్ (అడ్డుగోడ) 586

మెపానిఫికేషన్ విలువ 272

మెజెల్లం 395

మెక్రొ స్పెయిసల్ ద్రవ్యం 526

మెలినియమ్ 135

మెయిలోక్ (సీ) 24, 248, 254, 264, 269, 284

మెయిలోక్ ఉత్పన్నాలు 254

మెయిలోక్ నైట్రేట్ 254

మెయియన్ 198

మెవర్డ్ మాత్రము 15

మేంద్రియ పదార్థాలు 441, 445, 448

మేంద్రియపు ఎరువులు 748

మేంద్రియ రసాయనాలు 24

మేషియమ్ 184

మైంధవ లవణము 839

మైకియాట్రి 580

మైక్రో నైట్ 289

మైగ్నన్ A 174

మైటోకైనిక్ 881, 383, 408, 415

మైటోప్లాజం 285

మైథా తిక విభావనము 106

మైనన్ వ్యాధులు 278, 586

మైఖీరియా 844

మైమన్ ఓమిజాన్ 1194

మైన్మిక్ ప్రేషమ 929

మైన్మోగ్రాఫ్ 875

మైన్మోగ్రాము 930

మోంగ శ్రవ్యము 1088

మోరంగములు 861, 862, 1084, 1160, 1162

మోరా పిమ్ 1281

మోడయమ్ 156, 218, 221, 224, 229, 232,

239, 308, 616, 617, 865, 1050, 1181

మోడియం కార్బోనేట్ 1281

మోడియం క్లోరైడ్ 218, 224, 226,

మోడియం నైట్రేట్ 268

మోడియం ప్రొటాక్సైడ్ 248

మోనార్ 206, 210, 212, 213, 214

మోనార్ ఉపయోగాలు 211

మోనార్ వ్యవస్థ 210, 213

మోనార్ ఫీల్డ్ ఆర్నాల్డ్ 128, 129, 201

మోనార్ ఫీల్డ్ మూనా 128

మోవియట్ యూనియన్ 825, 1256

మోడరు 1280

మోడి ఆరేబియా 799

సార కుటుంబము 884, 1014, 1016, 1024,  
1026, 1027, 1048

సార ఘటాలు 187

సారజ్వాలా ప్రభావము 900

సారప్రకాశ దిన వైవిధ్యము 900

సార భట్టిలు 89

సార వర్ణమాల 1089

సారవాయువు 1001

సార వికరణ 480

సారశక్తి 38, 39, 40, 789, 790, 817, 974,  
1142, 1 50

సారశక్తి - విద్యుత్ 89

సార సంచాయకములు 1124

సావీరిము 10

సాష్టవతలు 59

స్కందనము 27

స్కండియం 1018

స్కర్వి 274, 574, 778

స్కారెట్ జ్వరము 277

స్కెచ్ 788, 812

స్కెల్ నిర్ణయం 811

స్కెలు 812, 818, 814, 816, 818, 1037

స్టడి ఆఫ్ ప్రొఫెషన్ 60

స్టాటిస్టిక్స్

స్టార్ ఫలితము 129

స్టార్ 19, 253, 278, 287, 364

స్టీఫెన్ గే 14

స్టీఫెన్ హెల్స్ 819

స్టీ వెన్ను 845, 479, 480

స్ట్రెయిన్ లెస్ స్టీల్ 281, 1289

స్ట్రెస్ వీ 65

స్ట్రెస్-టోల్టమను సిద్ధాంతము 1041

స్ట్రెక్ 129

స్ట్రోమ్ 18, 898

స్టోక్స్ సిద్ధాంతము 894

స్ట్రోమెసిన్ 22

స్తంభ నిర్మాణము 8 భాగాలు 61

స్తనములు - వాని శారీరక వృత్తి 108

స్తరిత యాదృచ్ఛిక ప్రతిరూప గ్రహణ వర్ణతి 110

స్తూపము 814

స్థల సంకోచనము 145

స్థలాకృతికి సవరణ 920

స్థలాకృతి పటములు 868

స్థలాకృతి మానచిత్రాలు 816

స్థానచలనము 397, 898

స్థానభ్రంశం 1004

స్థానభ్రంశ ప్రవాహము 183

స్థానాంతర గర్భం 808

స్థానాంతరణ యాంత్రికము 372

స్థితిజ వారము 51

స్థితిజ శక్తి 18, 357

స్థితి తిగ 1216, 1248, 1219

స్థితిశక్తి 1168

స్థితి శీలం : 91

స్థితి స్థాపకత 906

స్థితిస్థాపక తరంగములు 847

స్థితిస్థాపక విరూపణలు 928

స్థితిస్థాపక శక్తి 253

స్థితి ఎల్లాలు 264

స్థితి విద్యుత్ 15, 1147, 1169, 1183, 1184

స్థితి విద్యుదాత్మక బలం 224

స్థూలకాయము 613

స్పందన సిద్ధాంతము 1116, 1117

స్పందన రాదార్ 208, 207

స్పందన రేడియో 208

స్పందన రేడియో తరంగాలు 207, 209

స్పటిక శీల 212

స్పటిక శీల గడియారం 192

- స్ఫటికీ కంచము 246  
 స్ఫర్పరే 48  
 స్ఫర్ప సూత్రము 433  
 స్పిగిల్ మన్, ఎన్ 312  
 స్పిన్ 160, 162, 164  
 స్పిన్ డిశ 162  
 స్పిన్ భావన 142, 168  
 స్పిన్ విలువ 159  
 స్పిషిస్ 19  
 స్పిసియెషన్ 329, 330  
 స్పెక్టర్ 328  
 స్పోర్స్ 308  
 స్ఫటిక భౌతిక శాస్త్రము 187  
 స్ఫటికములు 201, 202, 335  
 స్ఫటిక శాస్త్ర 335  
 స్ఫటిక శిల 183, 194, 196  
 స్ఫటికా భాసాలు 19  
 స్ఫటికీకరణదశ  
 స్పీక వీడన 674  
 స్ఫోరిక దీపము 1221, 1222  
 ప్రాచ పరార్థములు 358  
 స్టేట్ 688  
 స్టైడ్ ప్రాజెక్టర్లు 37  
 స్టాండిర్ట్ - అర్చనంతెన  
 స్వచ్ఛంద ఉద్గారము 176  
 స్వచ్ఛంద నాడీ మండలము 537  
 స్వజనిత రియాక్టర్లు 1181  
 స్వతంత్ర చలరాశిల సంఖ్య 105  
 స్వతంత్ర నాడీమండలము 728  
 స్వతంత్ర పూర్ణహన సిద్ధాంతము 344  
 స్వతశ్చలిత కేంద్రము 1232  
 స్వతశ్చలిత విధానము 1280  
 స్వభావసిద్ధ ప్రవర్తన 396, 434  
 స్వయంచాలక నాడీమండలము 581  
 స్వయం ప్రతిరోధక జాడ్యములు 554  
 స్వయం విద్యుత్ శక్త్యాకా పద్ధతి 875  
 స్వయం శక్తి పద్ధతి 931  
 స్వర గళి 587  
 స్వర వేటిక 588, 633, 636, 638  
 స్వరభంగ రోగము 648  
 స్వర్ణపత్ర విద్యుద్ద్రవ్యి 158  
 స్వల్ప వీడనం 1039  
 స్వాతంత్ర్య అంకాలు 104, 106, 108  
 స్విచ్ గియర్స్ 1211  
 స్వికృత న్యాయాలు 79  
 స్వికృత పద్ధతి 99, 100, 102  
 స్విడెజ్ 321, 375, 1157, 1161  
 స్వేద గ్రంథులు 580  
 స్వేదనక్రియ 24, 240  
 స్వేదనము 219  
 స్పింకోలు పద్ధతి 750  
 స్పింక్ తక్కుడ 8  
 స్క్రూటు 1068  
 స్క్రినింగ్ 118  
 స్త్రీ అంతర్జననావయవములు 805  
 స్త్రీ జననావయవములు 804  
 స్త్రీత్వ సంక్రమణ 859  
 స్త్రీ పురుష జననావయవములలో వ్యాధులు 808  
 స్త్రీ పురుష వీజముల కలయిక 806, 807  
 స్త్రీ వీజకణము 334, 335, 336, 340, 411  
 స్త్రీ వీజము 800, 808  
 స్త్రీ సంయోగ వీజము 410, 413  
 స్టాన్లియం 981, 994  
 స్టైటో కొక్కె 277  
 స్టైటో మెసిన్ 278  
 స్ట్రోతో 812

హ

హక్స్లీ 308  
 హచిన్సన్ 399  
 హబుల్, ఎడ్విన్ 1052, 1053, 1055, 1073  
 హబుల్ స్థిరసంఖ్య 1073, 1074, 1075  
 హర్ గోవింద్ భోరానా 347  
 హరప్పా 1111  
 హరిణము 1265  
 హరిత రేణువులు 353, 355, 356  
 హరిద్యూర్ 823  
 హరివాణము 383, 351  
 హర్యానా 325, 1106  
 హస్తీ ఆయుర్వేదము 720  
 హస్తీ ఆయుర్వేద శాస్త్రము 721  
 హనిమన్ 913  
 హస్తీ కల్పర్ 744  
 హర్షిక రంధ్రము 521  
 హర్మూనులు 270, 280, 288, 289, 293, 299, 301, 378, 380, 386, 387, 403, 403, 523, 535, 547, 549, 574, 600, 616, 619, 643, 655, 658, 659, 659, 682, 743  
 హర్మూను పై దృశ్యము 684  
 హర్ష్య (విలియం) 18, 463, 717  
 హల్ ఫలితము 203  
 హలెండు 157, 952  
 హల్లేన్ జె. బి. యస్ 309, 311  
 హలోగ్రఫీ 179  
 హస నాయువు 611  
 హిందూ దేశము 571, 1142  
 హిందూ మహాసముద్రము 825, 868, 950, 933,  
 హిపటెటస్ 554  
 హిపోక్రటీయ శపథము 610, 719  
 హిపోక్రటీస్ 463, 610, 612, 71 6, 719  
 హిపోక్రటీస్ చిత్తా వర్ణన 716

హిమయుగాలు 853  
 హిమాచల్ ప్రదేశ్ 825  
 హిమానీనదాలు 332, 820, 853  
 హిమాలయ ప్రాంతము 895  
 హిమాలయాలు 433, 612, 425, 826, 827, 828, 852, 853, 867, 964, 970, 1117  
 హిరాడోటస్ 807, 810  
 హిరోపియా 450  
 హిమోఫిలియా 486, 487  
 హిరాకుడ్ 1157  
 హిరాకుడ్ ప్రాజెక్టు 1105  
 హిరో 1129  
 హిలియమ్ 15, 153, 158, 178, 197 198, 199, 224, 250, 308, 309, 1051, 1053, 1040, 1044, 1179,  
 హిలియం కేంద్రకము 135  
 హుక్ 18  
 హ్యుక్కుంచనము 681  
 హ్యుక్కుంచన నిష్కాసము 685  
 హ్యుక్కుళము 680, 685  
 హ్యుక్కుళ సమావేశనము 683  
 హ్యుక్కుళా పూరణము 685  
 హడయకుహరము 720  
 హృదయము 303, 525, 698  
 హృదయ వ్యాకోచము 682  
 హృద్గుహ దోషములు 687  
 హృద్వేగము 661, 662, 725  
 హృద్రోగము 603, 616  
 హృష్మండలిక 661  
 హృష్మాళికా ప్రయోగము 682  
 హృష్మి కేష్ 826  
 హెక్సా మిథిలై 26  
 హెచ్. ఎఫ్. విల్కిన్స్ మారిస్ 346  
 హెచ్. మార్గన్ 325  
 హెచ్. సి. క్రిక్ ప్రాన్సిస్ 345

పాచ్.హోల్ట్స్ వార్మన్ 1078

పాచ్. పాన్. కింగ్ 478

పాన్రి కుపార్డు 1058

పాన్రి తోసఫ్ 1194

పాన్రి కావెండిమ్ 16

పాన్రిజోసఫ్ 1188

పాన్రి ద్రాపరు కేట్లాగు 1084

పాన్రివైల్ 72

పామరైట్ 917, 922

పామిల్స్ 51

పామెగ్లోవిన్ 802

పామె పీలియా 549

పార్నినైడ్స్ 801

పార్ట్ (పానా చువ్యక్రేడిక) 21, 1058, 1238

పార్నియా 592

పానిసిటీ 182

పానీ ఆయిల్ 247, 248

పాకువాడము 27

పే.మెగ్లోవిన్ 289, 288, 558, 559

పేమె ఫీలియా 448

పేల్స్ 18

పేలే తోకచుక్క 4

పేలోజన్లు 259

పైగెన్స్ 18, 182, 198, 197

పైద్రాలి 1100

పైద్రాలిక్ బ్రేక్ సిస్టం 1197

పైద్రాలిక్స్ 1100

పైద్రా కార్పసులు 247, 250, 252

పైద్రాక్సి ఆప్లు వర్గము 1279

పైద్రాక్సి ఆప్లులు 310

పైద్రాక్జన్ 15, 129, 141, 184, 197, 198, 218, 220, 221, 223, 225, 228, 241, 246, 252, 267, 268, 270, 271, 279, 282, 308, 309, 322, 364, 365, 497, 614, 742, 908

పైద్రాజన్ క్లారెడ్ 228

పైద్రాజన్ పరిమాణువు 142

పైద్రాజన్ విధాలు 264

పైద్రాజినీ హరణము 243

పైద్రాజను బాంబు 1044

పైద్రాజను వర్ణపటము 189, 140, 141

పైద్రాజను వర్ణపట శ్రేణులు 189

పైద్రాన్ సల్ఫైడ్ 250

పైదరాబాదు 656, 739, 779, 808, 821, 881, 880, 891, 914, 981, 932, 996, 997, 998, 1029, 1028, 1085, 1110, 1112, 1113

పైబ్రిడ్ సంకర బాతులు 483

పైలమ్ 728

పైసన్ బర్లు 188, 140

హోమియోపతి 610, 613

హోమోగ్రాఫ్ట్ 519

హోల్ 188, 187, 188, 202, 203

హ్రస్వ తరంగ ప్రసారాలు 1247

హ్రస్వ తరంగాలు 1248, 1250

హ్రస్వదీప్తి కాల వృక్షకపు కాండము

హ్రస్వదీప్తి దీప్తి కాల వృక్షకాలు 384, 385, 387

హ్రస్వ తరంగ విద్యుదుష్ట చికిత్స 578

హ్రస్వ వలయము 1220